











# Abhandlungen

der

Königlichen

# Akademie der Wissenschaften

zu Berlin.

# Abhandlungen

der

Königlichen

# Akademie der Wissenschaften

zu Berlin.

Aus dem Jahre
1824.



Nebst der Geschichte der Akademie in diesem Zeitraum.



Berlin.
Gedruckt in der Druckerei der Königlichen Akademie
der Wissenschaften.
1826.

In Commission bei F. Dümmler.

# I n h a l t.



## Abhandlungen.

### Physikalische Klasse.

### Mathematische Klasse.



### Philosophische Klasse.



### Historisch-philologische Klasse.

## Jahr 1824.

Am 24. Januar hielt die Königliche Akademie der Wissenschaften zur Feier des Jahrstages Friedrichs des Zweiten eine öffentliche Sitzung, welche von dem Sekretar der physikalischen Klasse, Herrn Erman, eröffnet ward, und in der Herr Buttmann einiges über die von Herrn General Menu von Minutoli aus Aegypten hieher gebrachten Papyrus-Rollen vortrug. Herr Lichtenstein stattete einen Bericht ab über die neuesten Unternehmungen der im Auftrag der Akademie in Aegypten reisenden Herren Doktoren Ehrenberg und Hemprich. Herr Karsten las eine Abhandlung uber chemische Verbindungen und Herr Bode gab einige Notizen über den jetzt sichtbaren Kometen.

In der öffentlichen Sitzung vom 3. Julius zur Feier des Leibnitzischen Geburtstages, eröffnet durch Herrn Schleiermacher, stattete Herr Bode Bericht ab über den Erfolg der Preisaufgabe der mathematischen Klasse.

Schon im Jahr 1820 war für 1822 aufgegeben worden,

*eine vollständige Erklärung der Höfe oder der hellen und farbigen Ringe um Sonne und Mond mathematisch zu entwickeln, welche den durch Versuche ausgemittelten Erscheinungen des Lichtes, der Beschaffenheit der Atmosphäre und den wirklichen Beobachtungen genügend entspräche.*

Da nur eine nicht genügende Abhandlung zu dem angesetzten Termin eingegangen war, so hatte die Klasse ihn bis zu dem gegenwärtigen Jahre 1824 verlängert.

Von den beiden jetzt eingegangenen Abhandlungen, die eine mit gleichem Motto wie die im Jahre 1822 eingegangene: *Leges naturae simplices sunt*, die andere mit der Devise: *Lucis proprietates ratione duntaxat experimentisque sunt comprobandae*, entspricht nach dem Urtheil der Klasse keine, wenn gleich die erste noch mehr als die zweite, den aufgestellten Forderungen in dem Grade, dafs ihr der Preis könnte zuerkannt werden. Die versiegelten Zettel wurden daher im Beisein der Versammlung verbrannt, und die Klasse findet sich nicht veranlafst, die Aufgabe noch einmal zu erneuen.

Die Preisaufgabe der historisch-philologischen Klasse für das gegenwärtige Jahr war gewesen:

*Das Wesen und die Beschaffenheit der Bildung des etrurischen Volkes aus den Quellen kritisch zu erörtern und darzustellen, sowohl im Allgemeinen, als auch eingehend auf die einzelnen Zweige der Thätigkeit eines*

*gebildeten Volkes, um so viel als möglich auszumitteln, welcher derselben wirklich und in welchem Grade und Umfang ein jeder, unter diesem berühmten Volke blühte.*

Da keine Bearbeitung eingegangen war, so stellte die Klasse noch einmal die Aufgabe für das Jahr 1826.

Nach diesen Verhandlungen ward noch eine Abhandlung des abwesenden Herrn Wilhelm von Humboldt über die Buchstabenschrift und ihren Zusammenhang mit dem Sprachbau gelesen.

Am 3. August feierte die Akademie das Allerhöchste Geburtsfest Seiner Majestät des Königs durch eine öffentliche Sitzung welche der Sekretar der historisch-philologischen Klasse Herr Buttmann eröffnete. Herr Rudolphi las eine Abhandlung über den Wasserkopf, Herr Lichtenstein über die Antilopen von Nord-Afrika, und Herr Ritter über das peträische Arabien.

---

Zu Correspondenten ernannte in diesem Jahre die historisch-philologische Klasse die Herren

*M. H. E. Meier* in Halle und
*G. T. Schömann* in Greifswalde.

---

Das auswärtige Mitglied Herr Bessel in Königsberg brachte im Laufe dieses Jahres bei der Akademie die Herausgabe neuer

möglichst vollständiger Himmelskarten in Vorschlag, die während sie das treuste Bild des Himmels bis zu der Grenze die unsere jetzigen Fernröhre erlauben, darstellten, zugleich die Grundlage zur möglichst genauen Beobachtung der etwa noch fehlenden Sterne abgeben würden. Die Akademie ist auf dies Unternehmen eingegangen, und wird den Erfolg in den künftigen Bänden der Abhandlungen darlegen.

# Verzeichnifs
## der Mitglieder und Correspondenten der Akademie.

December 1824.

## I. Ordentliche Mitglieder.

### Physikalische Klasse.

Herr *Walter*, Veteran.
- *Hufeland.*
- *Alexander v. Humboldt.*
- *Hermbstädt.*
- *v. Buch.*
- *Erman*, Sekretar der Klasse.
- *Rudolphi.*

Herr *Lichtenstein.*
- *Weifs.*
- *Link.*
- *Seebeck.*
- *Mitscherlich.*
- *Karsten.*

### Mathematische Klasse.

Herr *Bode*, Veteran.
- *Gruson.*

Herr *Eytelwein.*
- *Fischer.*

### Philosophische Klasse.

Herr *Ancillon.*
- *Schleiermacher*, Sekretar der Klasse.

Herr *v. Savigny.*

### Historisch-philologische Klasse.

Herr *Hirt*, Veteran.
- *Buttmann*, Sekretar der Klasse.
- *Wilhelm v. Humboldt.*
- *Uhden.*
- *Niebuhr.*
- *Ideler.*

Herr *Boeckh.*
- *Bekker.*
- *Süvern.*
- *Wilken.*
- *Ritter.*
- *Bopp.*

## II. Auswärtige Mitglieder.

### Physikalische Klasse.

Herr *Blumenbach* in Göttingen.
- *Cuvier* in Paris.
Sir *Humphry Davy* in London.
Herr *Jussieu* in Paris.
Herr *Scarpa* in Pavia.
- *Sömmering* in Frankfurt am Main.
- *Volta* in Como.

### Mathematische Klasse.

Herr *Bessel* in Königsberg.
- *v. Fuſs* in Petersburg.
- *Gauſs* in Göttingen.
Herr *Pfaff* in Halle.
- Graf *la Place* in Paris.

### Philosophische Klasse.

Herr *v. Göthe* in Weimar.
Herr *Stewart* in Edinburgh.

### Historisch-philologische Klasse.

Herr *Gottfried Herrmann* in Leipzig.
- *Silvestre de Sacy* in Paris.
Herr *A. W. v. Schlegel* in Bonn.
- *J. H. Voſs* in Heidelberg.

## III. Ehren-Mitglieder.

Herr *C. F. S.* Freih. *Stein vom Altenstein* in Berlin.
- Graf *Daru* in Paris.
- *Imbert Delonnes* in Paris.
- *Dodwell* in London.
- *Ferguson* in Edinburgh.
Sir *William Gell* in London.
Herr *William Hamilton* in Neapel.
- Graf *v. Hoffmansegg* in Dresden.
- Colonel *Leake* in London.
- *Lhuilier* in Genf.
- *v. Loder* in Moskau.
Herr Marchese *Lucchesini* in Lucca.
- Gen. Lieut. Freih. *v. Minutoli* in Neufchatel.
- Gen. Lieut. Freih. *v. Müffling* in Berlin.
- *Oltmanns* in Emden.
- *Percy* in Paris.
- *Prevost* in Genf.
- *Fr. Stromeyer* in Göttingen.
- *Thaer* in Mögelin.
- *v. Zach* in Genua.

## IV. Correspondenten.

Für die physikalische Klasse.

Herr *Accum* in Berlin.
- *Autenrieth* in Tübingen.
- *Balbis* in Lion.
- *Berzelius* in Stockholm.
- *Biot* in Paris.
- *Brera* in Padua.
- *Rob. Brown* in London.
- *Brugnatelli* in Paris.
- *Caldani* in Padua.
- *Chladni* in Kemberg.
- *Configliacchi* in Pavia.
- *Des Fontaines* in Paris.
- *Desgenettes* in Paris.
- *Florman* in Lund.
- *Gay-Lussac* in Paris.
- *Hausmann* in Göttingen.
- *Hellwig* in Braunschweig.
- *Jameson* in Edinburg.
- *Kausch* in Liegnitz.
- *Kielmeyer* in Stuttgard.
- *Kunth* in Paris.
- *Larrey* in Paris.

Herr *Latreille* in Paris.
- *Mohs* in Freiberg.
- *von Moll* in München.
- *van Mons* in Brüssel.
- *Nitzsch* in Halle.
- *Oersted* in Kopenhagen.
- *Pfaff* in Kiel.
- *C. Sprengel* in Halle.
- *Schrader* in Göttingen.
- *Schreger* d. ält. in Erlangen.
- *v. Stephan* in Petersburg.
- *Tenore* in Neapel.
- *Thenard* in Paris.
- *Tiedemann* in Heidelberg.
- *Tilesius* in Mühlhausen.
- *Treviranus* d. ält. in Bremen.
- *Trommsdorf* in Erfurt.
- *Vasalli-Eandi* in Turin.
- *Vauquelin* in Paris.
- *Wahlenberg* in Upsala.
- *Wiedemann* in Kiel.

Für die mathematische Klasse.

Herr *Bürg* in Wien.
- *Encke* in Gotha.
- *Legendre* in Paris.
- *Olbers* in Bremen.
- *Oriani* in Mailand.

Herr *Pfleiderer* in Tübingen.
- *Piazzi* in Palermo.
- *Poisson* in Paris.
- *de Prony* in Paris.
- *Woltmann* in Hamburg.

Für die philosophische Klasse.

Herr *Bouterweck* in Göttingen.
- *Degerando* in Paris.
- *Delbrück* in Bonn.

Herr *Fries* in Jena.
- *Ridolfi* in Padua.
- *Tydeman* in Leyden.

Für die historisch-philologische Klasse.

Herr *Avellino* in Neapel.
- *Barbié du Bocage* in Paris.
- *Beigel* in Dresden.
- *Böttiger* in Dresden.
- *Bröndsted* in Kopenhagen.
- *Cattaneo* in Meiland.
- Graf *Clarac* in Paris.
- *Dobrowsky* in Prag.
- *Del Furia* in Florenz.
- *Anthimos-Gazis* in Griechenland.
- *Göschen* in Göttingen.
- *Halma* in Paris.
- *v. Hammer* in Wien.
- *Hase* in Paris.
- *Heeren* in Göttingen.
- *van Heusde* in Utrecht.
- *Jacobs* in Gotha.

Herr *Jomard* in Paris.
- *v. Köhler* in Petersburg.
- *Kumas* in Smyrna.
- *Lamberti* in Meiland.
- *Lang* in Anspach.
- *Letronne* in Paris.
- *Linde* in Warschau.
- *Mai* in Rom.
- *Meier* in Greifswald.
- *K. O. Müller* in Göttingen.
- *Münter* in Kopenhagen.
- *Mustoxides* in Corfu.
- *Et. Quatremere* in Paris.
- *Schömann* in Greifswald.
- *Simonde-Sismondi* in Genf.
- *Thorlacius* in Kopenhagen.
- *Vater* in Halle.

## Im Jahre 1824 hat die Akademie folgende Mitglieder durch den Tod verloren:

### I. Von den Ehren-Mitgliedern.

Herr *von Borgstede.*
- *Payne Knight* in London.

Herr *Friedrich August Wolf.*

### II. Von den Correspondenten.

*a*) der physikalischen Klasse.

Herr *Gilbert* in Leipzig.

Herr *Blasius Merrem* in Marburg.

*b*) der philosophischen Klasse.

Herr *Maine-Biran in Paris.*



# Abhandlungen

der

# physikalischen Klasse

der

Königlichen

Akademie der Wissenschaften

zu Berlin.

---

Aus dem Jahre

1824.

---

Berlin.

Gedruckt in der Druckerei der Königlichen Akademie der Wissenschaften.

1826.

In Commission bei F. Dümmler



# Inhalt.



Ueber

# die chemische Verbindung der Körper.

Von

H$^{rn.}$ KARSTEN.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 15. Januar 1824.]

Zwei Bedingungen sind es, die man bald als die nothwendigen erkannte, wenn eine chemische Vereinigung der Körper erfolgen soll. Die eine, daſs zwischen ihnen eine unmittelbare Berührung statt finde; die andere, daſs die sich berührenden Körper, nach ihrer verschiedenen Beschaffenheit, entweder mit Wasser in Verbindung gebracht, oder daſs sie einer höheren Temperatur ausgesetzt werden.

Den Grund der Veränderungen der Eigenschaften welche die Körper bei dieser Verbindung erfahren, ist man schon längst, indeſs bis jetzt vergeblich, zu erforschen bemüht gewesen. Dies kann auch nicht befremden, weil die Eigenschaften eines Körpers nur durch die Wirkung auf andere Körper erkannt werden können. Die Körper an sich sind uns vollkommen unbekannt, nur ihre Eigenschaften lernen wir in dem Augenblick der Wirkung d. h. in dem Augenblick kennen, wo sie eine Veränderung erleiden und hervorbringen. Was aber eine Veränderung hervorbringt, ist eine Kraft, und die Wirkung der Kraft muſs entweder eine äuſsere oder eine innere seyn. Aeuſsere Veränderungen beziehen sich auf den Raum und haben auf die Beschaffenheit des Körpers keinen Einfluſs. Innere Veränderungen aber sind von räumlichen Verhältnissen unabhängig. Wenn man also die Veränderungen untersucht, welche durch die Einwirkung der Körper auf einander hervorgebracht werden, so betrachtet man nicht die uns ganz unbekannten Materien, sondern ihre Kräfte in dem Augenblick ihrer

Wirksamkeit. Die Körper äufsern folglich die Kräfte, welche eine Vereinigung und Trennung hervorbringen, nur so lange, als die chemische Einwirkung fortdauert. Sobald diese beendigt ist, befindet sich der neu gebildete Körper, den wir an sich eben so wenig kennen, als die Körper aus denen er entstanden ist, in Ruhe.

Die Umstände unter welchen die Körper ihre Kräfte äufsern, sind aber sehr verschieden. Versucht man es, diesen Umständen weiter nachzuforschen, so ergiebt sich, dafs Temperatur, Druck, Flüssigkeit u. s. f. nur die nächsten Ursachen seyn können, aus welchen die Kräfte der Körper ruhend oder thätig erscheinen, dafs aber der wahre Grund in den Körpern selbst und in der Veränderung ihres Kohärenzzustandes gesucht werden mufs, und dafs der entstehenden Verbindung eigenthümliche Kräfte zukommen, welche durch den jedesmaligen Kohärenzzustand der Mischung, in dem Augenblick ihrer Bildung, bestimmt werden.

Ganz vorzüglich hat man es sich angelegen seyn lassen, sich eine Vorstellung von der Art und Weise zu verschaffen, wie nach vollbrachter chemischen Einwirkung der Körper *a* und *b*, diese in dem neu entstandenen Körper *c* vorhanden gedacht werden müssen. Wir wissen mit Gewifsheit dafs *c* aus *a* und *b* entstanden ist, weil das Gewicht von *c* der Summe der Gewichte von *a* und *b* gleich ist, ja wir können sogar, unter günstigen Umständen, *a* sowohl als *b*, aus *c* ohne Gewichtsverlust wieder darstellen; aber weiter reicht unsere Erfahrung nicht; wir können nicht mit eben der Gewifsheit behaupten, dafs *a* und *b* in *c* enthalten sind, weil in dem Augenblick der chemischen Einwirkung von *a* und *b*, zugleich eine Veränderung der Eigenschaften dieser Körper statt findet. Mit Gewifsheit kennen wir also nur die Erscheinung, und da uns das Gesetz unbekannt ist, nach welchem sich der Erfolg der Erscheinung richtet, so war es Bedürfnifs, diesem Mangel durch Voraussetzungen abzuhelfen, welche den Erfolg der Erscheinung erklären.

In der Hauptsache sind zwei Hypothesen zu unterscheiden. Die eine nimmt die Theilbarkeit der Materie ins Unendliche, und bei der chemischen Einwirkung der Körper auf einander, eine Durchdringung der Materie ins Unendliche an, so dafs jeder, auch unendlich klein gedachte Raum den *c* einnimmt, von *a* und *b* zugleich erfüllt wird.

Die Quantität der Materie in einem gegebenen Raum nennt diese Hypothese die Masse, welche sich also nur durch Maafs oder Gewicht bestimmen läfst. Bei dieser Bestimmung geht sie von der einfachen Erfahrung aus, dafs eine Quantität von *a*, mit einer Quantität von *b* den Körper *c* giebt, so dafs *c* in diesen Verhältnissen aus *a* und *b* zusammen gesetzt ist und darin zerlegt werden kann, läugnet aber, dafs *a* und *b* auch als solche in dem Raum *c* enthalten sind.

Die zweite Hypothese läfst die Körper aus kleinen untheilbaren Theilchen bestehen, welche zwar eine bestimmte Form, Gröfse und Gewicht besitzen, sich aber der sinnlichen Warnehmung gänzlich entziehen, und daher weder durch mechanische Zertheilung des Körpers dargestellt, noch gemessen oder gewogen werden können.

Bei der chemischen Einwirkung der Körper verbinden sich diese Atome durch Nebeneinanderlagerung, vermöge einer eigenthümlichen Kraft, welche zwischen ungleichartigen Atomen die chemische Vereinigung, zwischen gleichartigen aber den mechanischen Zusammenhang hervorbringt. Durch die Gesetze der bestimmten Mischungsverhältnisse hat diese Hypothese an Wahrscheinlichkeit gewonnen, indem sie auf eine einfache und leicht fafsliche Weise, aus den Atomen die Zusammensetzung der Körper zu erklären, und die Gestalt derselben sogar sinnlich darzustellen vermag, weil nichts verhindert, die Form und die Gröfse der Atome dem Bedürfnifs gemäfs abzuändern. Aber diese atomistische Hypothese erfordert eben so wie jene, die dynamische, eine Kraft, und zwar eine ununterbrochen fortwirkende Kraft, um die Möglichkeit der Materie einzusehen, oder überhaupt zu erklären. Wenn sich der Dynamiker dazu der ursprünglichen Bewegungskräfte, der anziehenden und der zurückstofsenden bedienet, so würde der Atomistiker darzuthun haben, von welcher Art die Kraft ist, welche jeder mechanischen Einwirkung widersteht, die den Zusammenhang der Atome aufzuheben strebt, und durch welche die chemische Vereinigung nicht allein zu Stande gebracht, sondern auch beharrlich darin erhalten wird.

Es ist schon oft erinnert worden, dafs die unmittelbare Anwendung der Dynamik auf die chemischen Verbindungen und Trennungen der Körper, ganz falsch und den Prinzipien derselben widerstreitend sei. Die Möglichkeit der Grundkräfte läfst sich nicht beweisen; weil aber

A 2

jede Thätigkeit und Veränderung die im Raume vorgeht, nur durch Bewegung gedacht werden kann, so genügt es, den Begriff der Materie auf bewegende Kräfte zurück zu führen.

Man hat es der dynamischen Lehre zum Vorwurf gemacht, dafs sie die Krystallisation, also die Form der Körper, eben so wenig zu erklären, als den Grund anzugeben vermöge, warum sich die Körper nur in gewissen Verhältnissen mit einander verbinden. Bei diesem Vorwurf ist jedoch übersehen, dafs man den Grund einer Erscheinung zu wissen verlangt, der sich eben so wenig angeben läfst, als man überhaupt bestimmen kann, was ein Körper für sich betrachtet sei. Der Grund des die Form und die Mischungsverhältnisse Bestimmenden, ist nicht der chemische Prozefs als solcher, sondern er mufs in den Bewegungsgesetzen der Kräfte gesucht werden, welche von dem Kohärenzzustande der Körper abhängig sind. Wäre der chemische Prozefs das Bestimmende, so würde nicht einleuchten, warum manche Körper nur ein Mischungsverhältnifs beobachten, während andere Körper zwei und mehrere eingehen. Die Ursache dieses merkwürdigen Verhaltens der Körper hängt mit ihrem Wesen so genau zusammen, dafs man es nicht abgesondert davon denken kann. So lange die Ursache des Kohärenzzustandes der Körper überhaupt nicht bekannt ist, darf man nicht erwarten einen genügenden Aufschlufs über den wahren Grund der chemischen Mischungsverhältnisse zu erhalten, welche, nach allen Erfahrungen, von der Temperatur und anderen Einflüssen abhängig sind, ohne diese Einflüsse als den letzten Grund jener Erscheinungen betrachten zu dürfen. Wenn wir finden, dafs sich das Quecksilber bei der Temperatur seines Siedepunktes oxydirt, den Sauerstoff aber in einer höheren Temperatur wieder entläfst, so kann in beiden Fällen nur der Kohärenzzustand des Quecksilbers und des Sauerstoffs das Bestimmende der Erscheinung seyn. Körper die bei ihrer Verbindung mit einander, ihren Kohärenzzustand entweder nicht bedeutend, oder wenigstens in gleichbleibenden Verhältnissen verändern, zeigen wirklich sehr unbestimmte Verbindungsverhältnisse, und daher dürften die Gesetze der bestimmten Mischungsverhältnisse in sehr vielen Fällen auch nur auf einen gewissen und bestimmten Kohärenzzustand der Körper beschränkt werden müssen.

Die Beschaffenheit einer flüssigen oder starren Mischung, welche einen Bestandtheil in einem überwiegenden Verhältnifs enthält, läfst sich nach rein atomistischen Ansichten nicht erklären, und noch weniger giebt diese Lehre darüber einen Aufschlufs, wie überhaupt Verbindungen und Trennungen zwischen Körpern erfolgen können, von denen sich keiner im flüssigen Zustande befindet. Damit sich die Atomen zweier Körper zu einem neuen dritten zusammenfügen, müssen sie sich nothwendig in einem Zustande befinden, der eine leichte Verschiebbarkeit ihrer Atome zuläfst, d. h. die Körper deren Vereinigung oder Trennung bezweckt wird, müssen flüssig seyn, denn die unmittelbare Berührung allein, würde eine solche Verbindung nicht bewirken können, weil sich, auch im Zustande der feinsten mechanischen Zertheilung, nicht die Atome, sondern die aus ihnen zusammengesetzten mechanisch zerkleinerten Theilchen der Körper berühren. Die unmittelbare Berührung der Körper allein würde also nicht zureichen können, um Verbindungen und Trennungen hervorzubringen, sondern es würde dazu auch der Zustand der Flüssigkeit nothwendig erforderlich seyn. Auflösung der Körper und chemische Vereinigung sind aber ein und derselbe Prozefs, und wer das Geheimnifs der Auflösung zu enträthseln vermögte, würde zugleich das der chemischen Verbindung und Trennung enthüllt haben.

Man unterscheidet Auflösungen und Verbindungen auf dem nassen und auf dem trocknen Wege. Die ersteren erfolgen durch Hülfe des Wassers, die letzteren vermittelst des Wärmestoffs. Eine Auflösung des festen Körpers im Wärmestoff, wodurch derselbe in den tropfbar flüssigen Zustand versetzt wird, pflegt man auch das Schmelzen zu nennen. Es ist hierbei die Frage aufgeworfen worden, ob der Wärme Materialität zukomme, ob man nämlich die Verbindung der Körper mit Wärme als eine chemische Vereinigung derselben mit Wärmestoff, oder ob man den erwärmten Körper nur für einen gewissen Zustand der Materie überhaupt zu betrachten habe? Der Hypothese, dafs die Wärme in Bewegung allein bestehe, ist die Erfahrung nicht zusagend, dafs der Wärmestoff sich nach bestimmten Gesetzen mit den Körpern verbinden und wieder von ihnen trennen läfst. Dafs uns die Art wie sich der Wärmestoff mit den Körpern verbindet, unerklärlich ist, giebt uns nicht die

Befugnifs, ihm die Materialität abzusprechen, weil jede Wirkung auf Materie, nur in Materie gegründet seyn kann. Nach der dynamischen Lehre mufs man die Verbindung des Wärmestoffs mit den Körpern für eine wechselseitige Durchdringung, wie bei allen chemischen Vereinigungen ansehen, und dann würde der Wärmestoff ein Körper seyn, der in allen Verhältnissen mit allen bekannten Körpern mischbar wäre. Wir wissen dafs das specifische Gewicht des Wasserstoffs etwa 214 Tausendmal geringer ist als das des Platin, und daher hat die Annahme nichts gegen sich, dafs es Materien geben könne, deren Feinheit so grofs ist, dafs sich ihr Gewicht durch unsere Vorrichtungen nicht auffinden läfst. Mag man übrigens die Wärme als Materie betrachten oder nicht, so ist doch das mit Gewifsheit anzunehmen, dafs ihre Wirkung auf die Körper nicht allein darin besteht, eine gröfsere Ausdehnung derselben hervorzubringen, also ihre Kohäsion zu schwächen und mehr oder weniger zu vermindern; sondern auch darin, ihnen häufig ganz andere Eigenschaften mitzutheilen, indem die Körper in der erhöheten Temperatur anderen Gesetzen der Verbindung und des Verhaltens zu einander unterworfen sind, als wir in der gewöhnlichen Temperatur an ihnen warnehmen.

Eine ähnliche Wirkung sehen wir bei der Verbindung der Körper mit Wasser eintreten. Der feste Körper wird flüssig, und sein Kohäsionszustand ist bis auf einen gewissen Grad aufgehoben. Erst durch Entfernung des Wassers gelangt er wieder zu seinem frühern Zustande, eben so wie der geschmolzene Körper durch Erkaltung wieder fest wird. Der Körper wird also durch die Entfernung des Wassers oder der Wärme erst wieder was er vorher war, und es ist auf keine Weise zu behaupten, ja sogar aller Erfahrung zuwider, dafs er im flüssigen oder aufgelöfsten Zustande dieselben Eigenschaften besitze, welche wir nach Entfernung des Auflösungsmittels an ihm bemerken. Die auffallendste Veränderung bei der Auflösung der Körper ist ohne Zweifel der Verlust des Kohärenzzustandes, und diese Veränderung ist wenigstens eben so grofs, eben so unbegreiflich, als jede andere Veränderung die der Körper durch die Verbindung mit anderen Körpern erleiden kann.

Zu den vielen wichtigen Entdeckungen welche wir Berzelius verdanken, und zu den vielen neuen Verbindungen, deren wahre Natur

wir durch ihn kennen gelernt haben, gehören auch die Verbindungen der Körper mit Wasser, oder die Hydrate. Wir wissen dafs sehr viele Körper die Eigenschaft besitzen, sich mit bestimmten Mischungsgewichten Wasser zu verbinden, welches häufig, auch in den höchsten Graden der Temperatur, nicht wieder entfernt werden kann; ja, dafs mehrere Körper zu ihrem Bestehen so wesentlich des Wassers bedürfen, dafs sie ohne dasselbe bis jetzt nicht haben dargestellt werden können. Und diese ersten Mischungsgewichte Wasser, mit denen sich die Körper verbinden, sind es besonders, wodurch sich ihre Eigenschaften auf eine bemerkbare Weise von denen in dem nicht wasserhaltenden Zustande unterscheiden. Ein auffallendes Beispiel bietet die Schwefelsäure dar. Im wasserfreien Zustande läfst sie sich zwischen den trocknen Fingern halten, zeigt keine saure Reaction und verbindet sich eben so wenig mit den wasserfreien Basen, als sie auf Metalle einwirkt. Die geringste Feuchtigkeit ändert diesen Körper in eine heftig wirkende Säure um. Ein gröfserer Zusatz von Wasser bewirkt dann weit weniger auffallende Veränderungen, und ein Gemisch aus wasserhaltender Schwefelsäure und Wasser scheint sich nicht wesentlich zu verändern, wenn auch das Verhältnifs des Wassers bedeutend vermehrt wird. Was hier von der Schwefelsäure bemerkt ist, gilt mehr oder weniger von andern Körpern bei ihrer Verbindung mit Wasser. Finden wir doch dasselbe Verhalten bei der Vereinigung aller Körper, die sich in mehreren Verhältnissen mit einander verbinden, auf ähnliche Weise wieder. Das erste Mischungsgewicht Sauerstoff, welches sich mit dem Kupfer verbindet, ist es, welches dem Metall ganz neue, durchaus andere Eigengenschaften, als es zuvor besafs, mittheilt; das Kupferoxyd nähert sich dem Oxydul ungleich mehr, als das Oxydul dem Metall. Berzelius hat die Natur der merkwürdigen Verbindungen des Cyan und des Schwefelwasserstoffs mit den Metallen genauer kennen gelehrt. Ein grofser Theil dieser Verbindungen sowohl als derer des Chlors mit den Metallen, ist im Wasser auflöslich, und auch bei diesen Auflösungen sind es die ersten Mischungsgewichte Wasser, welche die Eigenschaften jener Metallverbindungen vorzüglich zu verändern scheinen.

Ganz besonders mufs aber bei der Untersuchung der Frage: in wiefern das Wasser die Eigenschaften der Körper verändert, in Erwägung

gezogen werden, dafs eine chemische Einwirkung der Körper auf einander in der gewöhnlichen Temperatur nur durch die Zwischenkunft des Wassers statt finden kann und dafs uns daher, ohne die Vermittelung desselben, die chemischen Eigenschaften, nämlich diejenigen Eigenschaften der Körper, welche sich auf eine innere Veränderung der Materie beziehen, völlig unbekannt seyn würden.

Wenn man zugeben mufs, dafs der wahre und der einzige Charakter einer chemischen Verbindung darin besteht, dafs specifisch verschiedene Materien sich zu einem homogenen Ganzen vereinigen, so ist kein Grund vorhanden, die Auflösungen der Körper im Wärmestoff und im Wasser, nicht ebenfalls als chemische Verbindungen zu betrachten. Welche Eigenschaften die aus der Verbindung entstandene Mischung besitzen möge, ist hierbei ganz gleichgültig. Die scheinbar geringen Veränderungen in den Eigenschaften, welche die Körper bei der Auflösung im Wasser erleiden, ist vielleicht in der Eigenschaft des Wassers: doppelte Polarisation anzunehmen, begründet, obgleich deshalb eine chemische Vereinigung des aufgelöfsten Körpers mit seinem Auflösungsmittel nicht geläugnet werden kann. Darauf deuten auch schon die Erscheinungen hin, dafs die Körper eine bestimmte Menge Wasser zur Auflösung erfordern, dafs die Auflösungsfähigkeit des Wassers von der Temperatur abhängig ist, dafs sich die Verdunstungsfähigkeit des Wassers nach der Menge der aufgelöfsten Körper abändert, dafs sich die auflösende Kraft des Wassers, welches schon andere Körper aufgenommen hat, in manchen Fällen vermehrt, dafs der Siedepunkt des Wassers durch aufgelöfste Salze verändert wird, u. s. f. Dafs der aufgelöfste Körper nach Entfernung des Wassers unverändert wieder erhalten wird, findet auch bei anderen chemischen Verbindungen statt, z. B. bei den Amalgamen, von denen sich das Quecksilber durch Erhitzung trennen läfst; ferner bei den Auflösungen vieler Metalloxyde in Säuren, welche bei einer angemessenen Erhitzung das Oxyd unverändert zurücklassen u. s. f.

Wenn daher kein zureichender Grund anzugeben ist, die Auflösung der Körper in Wasser und in Wärmestoff für etwas anders als für eine wahre chemische Verbindung zu halten, so geben uns diese Auflösungen unläugbare Beispiele von chemischen Verbindungen nach

ganz unbestimmten Verhältnissen. Eben so müssen alle diejenigen Verbindungen, bei denen ein Bestandtheil in grofsem Uebermaafs vorhanden ist, so lange sie sich im tropfbar flüssigen Zustande befinden, und so lange die völlige Gleichartigkeit der Mischung erwiesen ist, für chemische Verbindungen nach ganz unbestimmten Verhältnissen angesehen werden, denn die homogene Beschaffenheit der Mischung ist das einzig wahre und richtige Kennzeichen einer chemischen Vereinigung.

Wenn wir nun aber, aus einer stark alkalisch reagirenden, so wie aus einer mit einem Uebermaafs von Säure versehenen homogenen Flüssigkeit, in beiden Fällen ein Salz, genau aus denselben Mischungsverhältnissen Säure und Basis bestehend, krystallisiren sehen: so werden wir den Grund dieser merkwürdigen Erscheinung nicht darin suchen können, dafs das Salz schon gebildet in den Flüssigkeiten vorhanden gewesen, und sich das einemal im Ueberschufs der Basis, das anderemal im Uebermaafs der Säure aufgelös't befunden habe; sondern wir werden schliefsen müssen, dafs es sich erst gebildet, und dafs irgend eine Kraft die frühere chemische Verbindung aufgehoben habe. So hat man nach einer Reihe von Jahren aus der Kieselfeuchtigkeit krystallinische, dem Bergkrystall ähnliche Bildungen der Kieselerde sich ausscheiden sehen, und so ist es überhaupt zu erklären, wenn aus flüssigen Mischungen sich erst nach Verlauf von einiger Zeit, Niederschläge oder krystallinische Absonderungen darstellen.

Diese Erfolge führen nothwendig darauf zurück, dafs in vielen Fällen die Verbindung der Körper nach ganz unbestimmten Verhältnissen statt findet, und dafs die Vereinigung nach bestimmten Verhältnissen, die unabänderlichen, stets gleichen Gesetzen unterworfen ist, ein besonderer Fall des allgemeinen Erfolgs der Verbindungen der Körper seyn mufs, welche nicht von chemischen Verhältnissen abhängig, sondern in dem Wesen des entstehenden Körpers begründet ist. Daraus wird es auch einleuchtend, dafs die Verbindungen nach bestimmten Mischungsverhältnissen nicht der Grund der bestimmten Form (Krystallisation) der starren Körper sind, sondern dafs sie vielmehr die nothwendige Folge des Kohärenzzustands der Körper selbst seyn müssen.

Verbindungen, die einer erhöheten Temperatur zu ihrer Bildung bedürfen, verhalten sich häufig auf ähnliche Weise; indefs ist es schwieriger, den Zustand der Verbindung, so lange die Masse flüssig ist, zu beurtheilen. Untersucht man, wie es in der Regel nur geschehen kann, die Verbindungsverhältnisse, nachdem die Erstarrung erfolgt ist, so erforscht man nicht mehr die ursprünglichen, sondern die durch den Kohärenzzustand der erkalteten Masse bedingten Mischungsverhältnisse. Es würde also in vielen Fällen ein Irrthum seyn, wenn man das durch die Analyse aufgefundene Resultat verallgemeinern und auf alle Kohärenzzustände der sich verbindenden Körper ausdehnen wollte. Von vielen Verbindungen wissen wir, dafs sie in der Hitze und so lange die Masse flüfsig ist, in ganz unbestimmten Verhältnissen statt finden, — zu welcher Annahme uns der ganz homogene Zustand der geschmolzenen Masse berechtigt, — dafs aber nach dem Erkalten andere Mischungsverhältnisse eintreten, welche den Gesetzen unterworfen sind, die Berzelius so vollständig entwickelt hat.

Die neuern Untersuchungen haben gelehrt, dafs der chemische Prozefs stets mit elektrischen Erscheinungen verbunden ist. Dem chemischen so wie dem elektrischen Verhalten der Körper scheint eine und dieselbe bedingende Ursache zum Grunde zu liegen, nämlich der Gegensatz der Körper selbst. Von dem elektrischen Verhalten kann also das chemische nicht abgeleitet werden, indem beide sich nicht wie Ursache und Wirkung bedingen, sondern sie müssen als die gleichzeitigen Wirkungen einer und derselben Kraft betrachtet werden. Die antiphlogistische Schule erblickte in dem Sauerstoffgas die einzige Quelle des Lichtes; sie leitete aus der Verbindung des Sauerstoffs mit andern Körpern, als Erscheinung das Feuer, und als Erfolg die Säurebildung ab. Wir wissen jetzt, dafs jede Verbindung der Körper mehr oder weniger mit den Erscheinungen des Verbrennens begleitet ist, dafs jeder chemischen Verbindung dieselbe Ursache zum Grunde liegt, und dafs Feuererscheinung, so wie deutlich hervortretendes basisches und saures Verhalten der Körper gegen einander, blofs durch die Stärke ihres phlogistischen Gegensatzes bedingt werden. So verbrennt, — um ein Beispiel für alle zu wählen, — Eisen mit Schwefel unter Feuerentwicke-

lung und bildet ein Salz, dessen Basis das Eisen, und dessen Säure der Schwefel ist. Dieser verbrennt aber mit Sauerstoff, und stellt dann eine Verbindung dar, in welcher sich der Schwefel als Basis und der Sauerstoff als Säure verhält. Wird diese Verbindung des Schwefels mit Sauerstoff wieder mit einem andern Körper in Gegensatz gebracht, so entsteht ein neues Verbrennen bei der Vereinigung, obgleich damit eine deutliche Feuererscheinung schon seltener, z. B. bei der Einwirkung der Schwefelsäure auf Bittererde, verbunden ist. Je geringer die phlogistische Differenz der Körper ist, welche sich mit einander vereinigen, desto weniger auffallend sind die Erscheinungen bei ihrer Verbindung, und desto weniger bemerkbar wird ihr basisches und saures Verhalten.

Welche Körper aber eine Verbindung mit einander eingehen, läfst sich in Voraus nicht bestimmen, so wenig sich ohne Erfahrung die Umstände angeben lassen, unter welchen die Verbindung erfolgen wird. Wenn man, um diese Umstände näher zu bezeichnen, Verbindungen auf dem nassen und auf dem trocknen Wege unterschied, so lag dabei mehr oder weniger die irrige Ansicht zum Grunde, dafs man die Körper, deren Verbindung beabsichtigt ward, erst in den Zustand der Flüssigkeit versetzen müsse, weil man einen flüssigen Zustand, aufser der unmittelbaren Berührung, für eine nothwendige Bedingung zu ihrer Verbindung hielt, als ob es nöthig sei, eine leichtere Beweglichkeit der vorausgesetzten kleinsten Theilchen der Körper zu bewirken, welche sich im Zustande der Flüssigkeit leichter finden und an einander haften würden. Erst in neuern Zeiten hat man diese Ansicht berichtigt und sich überzeugt, dafs es vorzüglich nur darauf ankomme, die Körper in einen elektrisch chemischen Gegensatz zu bringen und die Kohäsionsspannung aufzuheben. Von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet, erscheinen Wärme und Wasser nicht mehr als Auflösungsmittel, sondern als Mittel zur Aufhebung des Kohärenzzustandes, oder vielmehr als Mittel, die Hindernisse zu vermindern, welche sich der chemischen Einwirkung der Körper durch die Kohäsion entgegensetzen. Sie dienen daher als Erreger der ruhenden Kräfte der Materie, um den Akt der Verbindung zu vollbringen.

Sind aber Wasser und Wärme nicht mehr als Auflösungsmittel, als Mittel eine leichtere Verschiebbarkeit der Körpertheilchen zu bewir-

ken, sondern als höhere, erregende Potenzen anzusehen, so ist auch der eigentliche flüssige Zustand der Körper nicht erforderlich, um ihre Verbindung zu bewerkstelligen. Der Zustand der Flüssigkeit würde nur dann nothwendig seyn, wenn die Kohärenzspannung so grofs wäre, dafs sie erst durch eine völlige Flüssigkeit der Masse überwunden werden könnte.

Betrachten wir zuerst die auf dem sogenannten trockenen Wege entstehenden Verbindungen. Das kohlehaltige Eisen erleidet durch Glühen, in einer Temperatur welche von dem Schmelzpunkt der Mischung ungemein weit entfernt bleibt, wesentliche Veränderungen. Dieser Erfolg ist um so auffallender, als hier Mischungen und Entmischungen zwischen zwei aufserordentlich strengflüssigen Körpern in einer verhältnifsmäfsig niedrigen Temperatur statt finden. Alle Verbindungen durch die sogenannte Cementation dienen ebenfalls zum Beweise, dafs Flüssigkeit zur Vereinigung der Körper nicht immer erfordert wird. Zwar verliert sich das Auffallende in den Erscheinungen dieses Prozesses dadurch, dafs man sich den einen Körper gewöhnlich im dampfförmigen Zustande denkt, wenn gleich dadurch noch nicht erklärt ist, wie die Verbindung nach der gewöhnlichen Ansicht erfolgen kann, wenn der andere Körper im festen Zustande beharrt; allein bei der Cementation des Eisens mit Kohle wird keiner von beiden Körpern dampfförmig oder tropfbarflüssig, und die Verbindung erfolgt dennoch leicht und schnell, durch die blofse Berührung, in dem erforderlichen Grade der Temperatur. Wenn Eisen, in zolldicken und noch stärkeren Stücken, anhaltend, unter schwachem Luftzutritt, glühend erhalten wird, so verwandelt sich die ganze Masse in Oxydul, und es läfst sich auf diese Weise ein künstlicher Magneteisenstein darstellen. Wird dieser, mit Kohle umgeben, einer anhaltenden Glühhitze ausgesetzt, so verändert sich die ganze, mehrere Zoll starke Masse zuletzt wieder in regulinisches Eisen, obgleich hier eben so wenig ein unmittelbarer Zutritt der Kohle zum Inneren der Eisenmasse, als ein Flüssig- oder Flüchtigwerden der Kohle, des Eisens oder des Eisenoxyduls statt finden kann.

Eben so wenig läfst sich der Erfolg bei dem sogenannten Aufschliefsen der Fossilien, durch Glühen mit Alkalien erklären, wobei die Einwirkung des Alkali auf das Fossil vollständig statt findet, ohne dafs

ein flüssiger Zustand der geglüheten Masse erforderlich ist. Die mehrsten Reduktionen der Metalloxyde in Kohlentiegeln geschahen schon, ehe das Oxyd flüssig wird, und der geschmolzene Metallregulus ist Folge des Prozesses. Sehr strengflüssige Metalle lassen sich aus ihren Oxyden reduciren, ohne dafs das Oxyd und das daraus erhaltene Metall flüssig werden. — Die schwefelsauren Salze ändern sich durch die blofse Cementation mit Kohle in Schwefelverbindungen um, wobei es nicht erforderlich ist, dafs das schwefelsaure Salz oder die entstehende Schwefelverbindung flüssig werden. Am augenscheinlichsten zeigt sich die Verbindungsfähigkeit nicht geschmolzener Körper, bei der Vereinigung der für sich allein, wenigstens in dem angewendeten Hitzgrade unschmelzbaren Erden. Die schmelzbare Schlacke, oder das Glas, bilden sich, indem zwei oder mehrere ungeschmolzene Körper auf einander wirken.

Aus allen diesen Erscheinungen leuchtet es deutlich ein, dafs der flüssige Zustand als solcher, nicht die wesentliche Bedingung zu den Verbindungen der Körper seyn kann, welche in einer erhöheten Temperatur erfolgen, sondern dafs der chemische Prozefs vielmehr durch die Temperaturerhöhung nur eingeleitet, der Erfolg desselben aber durch den Kohärenzzustand, sowohl der in Aktion begriffenen Körper, als der aus ihrer Vereinigung entspringenden Verbindung bedingt wird.

Bei allen Verbindungen und Trennungen, die auf dem trockenen Wege, nämlich durch Temperaturerhöhung bewirkt werden müssen, ist es schwierig, dem Verlauf der Erscheinungen zu folgen. Weil man das Produkt in den mehrsten Fällen im geschmolzenen Zustande erhält, so setzt man voraus, dafs sich auch die Körper, oder wenigstens einer derselben, aus deren Verbindung es entstanden ist, vor der Vereinigung im flüssigen Zustande befunden haben müssen. Das Gegentheil läfst sich daher nur in solchen Fällen mit Zuverlässigkeit nachweisen, wo sich die auf einander wirkenden Körper, bei dem angewendeten Grade der Temperatur, noch gar nicht im flüssigen Zustande befinden konnten.

Deutlicher mufs sich nachweisen lassen, dafs Verbindungen und Trennungen der Körper auf dem sogenannten nassen Wege, und bei gewöhnlicher Temperatur, wirklich statt finden können, ohne die auf einander wirkenden Körper in einen flüssigen Zustand zu versetzen, und

ohne der Anwendung von Wasser, als eines sonst für unentbehrlich gehaltenen Auflösungsmittels, zu bedürfen. Wenn sich gleich bei der Anstellung solcher Versuche die Einwirkung der atmosphärischen Feuchtigkeit nicht vermeiden läfst, so wird man derselben doch den Erfolg des Prozesses nicht zuschreiben können, weil es sich nicht darum handelt, die Entbehrlichkeit des Wassers bei den Mischungen und Entmischungen in der gewöhnlichen Temperatur darzuthun, sondern zu zeigen, dafs ein flüssiger Zustand für die in chemischer Aktion befindlichen Körper nicht erforderlich ist.

Die hier mitgetheilten Versuche sind auf die Weise angestellt, dafs die zu vereinigenden, vollkommen lufttrocknen Körper, in einem Agatmörser trocken zusammengerieben und dabei gröfstentheils in den Verhältnissen angewendet wurden, welche den chemischen Mischungsgewichten entsprechen. Wo sich durch Farbenveränderung, oder durch andere Anzeigen, auf die erfolgte Verbindung oder Zersetzung nicht schliefsen liefs, blieb nichts übrig, als den Geschmack entscheiden zu lassen. Die Mischung ward dann mit möglichst trockener Zunge gekostet, und obgleich dabei, strenge genommen, der Einwurf nicht widerlegt werden kann, dafs die Zersetzung erst auf der Zunge selbst erfolgt seyn könne; so ist der erste Eindruck welchen die Geschmacksnerven erleiden, doch gewifs die Wirkung eines schon gebildeten, und nicht die eines erst entstehenden Körpers. In allen Fällen, wo die entstehende Verbindung weder durch Farbe, Geruch oder Geschmack deutlich unterschieden werden kann, läfst sich freilich auf eine erfolgte Zersetzung mit Zuverlässigkeit nicht schliefsen, und gerade der Umstand, dafs die Zwischenkunft des Wassers, die hier eben vermieden werden soll, in den mehrsten Fällen nur das Criterion einer wirklich erfolgten Einwirkung der Körper abgeben kann, verhindert es, das aus diesen Versuchen zu ziehende Resultat sogleich in seiner ganz allgemeinen Gültigkeit zu übersehen.

Krystallisirte Kleesäure und basisches kohlensaures Kali. Das Gemenge wird beim Zusammenreiben sogleich feucht, und die Kohlensäure entweicht brausend. Eben so verhalten sich krystallisirte Weinsteinsäure und Citronensäure.

Benzoësäure und basisches kohlensaures Kali. Das Gemenge bleibt trocken, und durch fortgesetztes Reiben verschwindet der alkalische Geschmack gänzlich. Bernsteinsäure zeigt dasselbe Verhalten.

Benzoësäure und frisch gebrannte Kalkerde. Es scheint keine Verbindung statt zu finden; wenigstens war, auch bei einem Uebermaafs von Säure, nach halbstündigen Reiben der kaustische Geschmack noch deutlich zu bemerken. Benzoësäure und frisch gelöschter, zwischen Löschpapier schnell und so viel als möglich getrockneter Kalk verhalten sich wie Benzoësäure und basisches kohlensaures Kali.

Sublimat und basisches kohlensaures Kali. Bei trockner Luft kann das Zusammenreiben des Gemenges lange fortgesetzt werden, ehe eine Wirkung eintritt. Die geringste Feuchtigkeit ändert die weifse Farbe zuerst in eine gelbe, dann in eine braun- und ziegelrothe um.

Sublimat und frisch gebrannter Kalk. Das Ganze bleibt weifs, aber in dem Augenblick des Anhauchens des zusammengeriebenen Gemenges stellt sich, wie durch einen elektrischen Schlag veranlafst, plötzlich die rothbraune Farbe ein. Reibt man die Kalkerde vorher mit Baumöl an, um alle wässrige Feuchtigkeit desto sicherer abzuhalten, so kann das Zusammenreiben mit Sublimat lange, ohne die geringste Farbenänderung fortgesetzt werden. Ein Hauch ist hinreichend, sogleich die röthlichgelbe Farbe hervortreten zu lassen.

Kalomel und basisch kohlensaures Kali. Bei trockner Luft lassen sich beide Körper lange zusammen reiben, ehe eine Einwirkung statt findet. Diese erfolgt aber augenblicklich und giebt sich durch den plötzlichen Uebergang aus der weifsen in die dunkelgraue Farbe zu erkennen, sobald das Gemenge angehaucht wird.

Kalomel und frisch gebrannter Kalk. Die Wirkung tritt genau so ein, wie beim Sublimat angeführt worden ist, nur dafs statt der rothen, die graue Farbe beim Anhauchen zum Vorschein kommt.

Salmiak, zusammengerieben mit Wismuth, mit Mangansuperoxyd, mit rothem Quecksilberoxyd, mit Zinkoxyd, mit Wismuthoxyd und mit Spiesglasoxyd, entwickelt weder beim trocknen Reiben, noch nach dem Anfeuchten eine Spur von Ammoniak.

Salmiak mit Eisenfeile, mit Eisenoxydul, mit Eisenoxyd und Mennige trocken zusammengerieben, entwickelt kein Ammoniak, wohl aber, wenn das Gemenge angefeuchtet wird.

Salmiak, zusammengerieben mit Glätte, mit frisch gebranntem Kalk, mit basisch kohlensaurem Kali und mit Quecksilberoxydul, giebt schon beim trocknen Reiben eine Entwickelung von Ammoniak, welche sich indefs beim Anfeuchten bedeutend verstärkt.

Salmiak und salpetersaures Silberoxyd zersetzen sich vollständig durch trocknes Zusammenreiben. So lange das Gemisch dem Licht nicht ausgesetzt ist, bleibt es vollkommen weifs und hat das Ansehen von trocknem Mehl. Sobald es dem Sonnenlicht ausgesetzt wird, schwärzt es sich sogleich, und die Masse wird im ersten Augenblick sehr deutlich feucht, wobei sich auch ein schwacher Geruch von Salpetergas bemerken läfst.

Salmiak und Borax entwickeln beim trocknen Zusammenreiben sogleich starke Ammoniakdämpfe. Gebrannter Borax mufs erst eine geraume Zeit mit dem wasserfreien Salmiak gerieben werden, ehe der Ammoniakgeruch zum Vorschein kommt.

Kleesaures Ammoniak und Glätte, so wie kleesaures Ammoniak und basisches kohlensaures Kali entwickeln beim trocknen Zusammenreiben augenblicklich starke Ammoniakdämpfe.

Kochsalz und Glätte wirken beim trocknen Zusammenreiben nicht auf einander; die alkalische Reaction stellt sich erst nach dem feuchten Reiben ein.

Krystallisirtes schwefelsaures Eisenoxydul-Oxyd und Cyan-Eisen-Kalium geben beim trocknen Zusammenreiben sogleich Berlinerblau. Diese Wirkung tritt auch ein, wenn die Cyanure zuvor mit Oel angerieben ist.

Krystallisirtes schwefelsaures Eisen-Oxydul-Oxyd und basisch kohlensaures Kali. Das Gemenge wird beim trocknen Reiben bald feucht und backend, und bekommt eine schwarzbraune Farbe. Derselbe Erfolg findet statt, wenn das Alkali zuvor mit Oel angerieben wird. Eine grüne Farbe kommt erst beim Befeuchten zum Vorschein.

Krystallisirtes schwefelsaures Kupferoxyd und basisches kohlensaures Kali. Beim trocknen Reiben wird die Masse sogleich feucht, backend und dunkelblau. Wird das Alkali vorher mit Oel gerieben, so stellt sich die dunkelblaue Farbe dennoch ein. Erst durch Zutritt von Feuchtigkeit kommt in beiden Fällen die grüne Farbe zum Vorschein.

Salzsaurer Baryt und schwefelsaures Kupferoxyd geben beim Zusammenreiben sogleich eine schöne zeisiggrüne Mischung, die Salze mögen trocken oder mit Oel angefeuchtet gerieben werden. Nach den verschiedenen Verhältnissen des salzsauren Baryts zum Kupfervitriol, lassen sich alle Nuançen der blauen Farbe von der grünlichblauen bis zur blafsgrünen darstellen.

Salzsaurer Baryt und schwefelsaures Eisenoxydul-Oxyd geben beim trocknen Reiben augenblicklich ein braungelbes Gemisch.

Schwefelsaures Kali und salpetersaurer Baryt zersetzen sich beim trocknen Reiben vollständig und stellen ein trocknes Mehl dar, welches ganz den Geschmack des Salpeters besitzt, wenn beide Salze im richtigen Verhältnifs angewendet worden sind.

Chromsaures Kali (neutrales, oder einfach saures, citronengelbes) und salpetersaures Bleioxyd geben beim trocknen Reiben sogleich ein pomeranzengelbes Pulver.

Chromsaures Kali und Kupfervitriol zersetzen sich zu einem braunen Pulver.

Chromsaures Kali und salpetersaures Silberoxyd. Es entsteht augenblicklich ein rothes Pulver, auch wenn das chromsaure Kali zuvor mit vielem Oel eingerieben worden ist.

Chromsaures Kali und Eisenvitriol zersetzen sich zu einem hellbraunen Pulver.

Chromsaures Kali und Sublimat zersetzen sich beim trocknen Reiben nicht; erst beim Anhauchen geht die Farbe aus dem Gelben ins Rothe über.

Chromsaures Kali und Kalomel zersetzen sich ebenfalls nicht, selbst nicht beim Anhauchen, sondern erst durch Befeuchten mit Wasser.

Chromsaures Kali und essigsaures Quecksilberoxydul geben beim trocknen Zusammenreiben ein gelblichbraunes Gemisch, welches erst beim Befeuchten einen Strich ins Grüne erhält.

Chromsaures Kali und verwittertes Cyan-Eisen-Kalium zersetzen sich nicht.

Salpetersaures Bleioxyd und Kupfervitriol werden beim trocknen Zusammenreiben augenblicklich feucht und das Gemisch erhält eine lichte bläuliche Farbe.

Salpetersaures Bleioxyd und Eisenvitriol werden ebenfalls sogleich feucht, und das Gemisch erhält eine schmutzigweifse Farbe.

Essigsaures Kali und Eisenvitriol fliefsen beim Zusammenreiben fast augenblicklich zu einer schmierigen, röthlich braunen Masse zusammen.

Salpetersaures Bleioxyd und Eisen-Kalium-Cyan. Bei lange fortgesetzten trocknen Reiben, bleibt noch immer der Geschmack von salpetersaurem Bleioxyd, wenn auch, wie der Vorsicht wegen geschehen mufs, das Eisen Kalium Cyan in Uebermaafs angewendet wird. Dieser Geschmack geht durch Befeuchten des Gemenges sogleich verloren.

Salpetersaures Bleioxyd und schwefelsaures Kali, entwickeln beim trocknen Reiben merkbare Wärme, und bei einem richtigen Verhältnifs beider Körper läfst sich mit der Zunge nur der Geschmack von Salpeter an dem trocknen Mehl bemerken, indem sich der eigenthümliche süfsliche Geschmack des Bleisalzes ganz verloren hat.

Schwefel und Antimon, so wie Schwefel und Zink lassen sich weder durch trocknes noch durch feuchtes Zusammenreiben mit einander vereinigen. Wenn aber Schwefel und Wismuth stark und anhaltend gerieben werden, so entwickelt sich aus dem Gemisch Schwefelwasserstoffgas vermittelst des Königswassers. Durch feuchtes Zusammenreiben scheint die Verbindung eben nicht befördert zu werden.

Schwefel und Eisen lassen sich durch trocknes Reiben nicht vereinigen; wird das Gemenge aber angefeuchtet, so entwickelt es, bei fortgesetzten Reiben Schwefelwasserstoffgas, wenn es mit Schwefelsäure oder Salzsäure behandelt wird.

Schwefel und Eisenoxydul, Eisenoxyd, Quecksilberoxydul, Quecksilberoxyd, Zinkoxyd, Wismuthoxyd und Bleioxyd zeigen, weder beim trocknen noch beim feuchten Reiben Wirkung auf einander.

Schwefel und Quecksilber vereinigen sich zwar schon beim trocknen Reiben sehr leicht, indefs wird die Verbindung durch Feuchtigkeit ungemein beschleunigt. Concentrirte Salzsäure entwickelt sogleich Schwefelwasserstoffgas aus der geriebenen Mischung.

Zinnober und Eisen, Eisenoxydul, Eisenoxyd und gebrannter Kalk wirken weder beim trocknen noch beim feuchten Reiben auf einander.

Diese Beispiele lassen es nicht bezweifeln, dafs alle Verbindungen, welche in der gewöhnlichen Temperatur vor sich gehen, schon vollständig erfolgen, ohne dafs dazu ein flüssiger Zustand der Mischung, oder auch nur eines der in die Verbindung eingehenden Körper erforderlich wäre. Aber weit entfernt, aus diesem Erfolge auf die Entbehrlichkeit des Wassers bei den Verbindungen der Körper in der gewöhnlichen Temperatur schliefsen zu können, giebt derselbe vielmehr den überzeu-

gendsten Beweis, dafs ohne Zwischenkunft des Wassers gar keine Verbindung statt findet, und dafs in den Fällen wo sie wirklich erfolgt, die durch das Reiben entwickelte Wärme, die Ursache zu den Verbindungen und Trennungen gewesen seyn mufs.

Bei allen Körpern welche Wasser, chemisch gebunden (als Krystallwasser) enthalten, sehen wir die Verbindungen und Trennungen schnell und fast augenblicklich eintreten. Körper die kein Krystallwasser enthalten, wirken nur dann auf einander, wenn Feuchtigkeit hinzu tritt. Diese Erfolge sind nur eine Bestätigung des längst anerkannten Naturgesetzes, dafs chemische Einwirkung der Körper in gewöhnlicher Temperatur, und in allen Fällen, wo die Wärme die Stelle des Wassers nicht vertreten kann, ohne Zutritt von Feuchtigkeit unmöglich ist. Mit diesem Einflufs des Wassers auf Verbindungen und Trennungen, als chemisch wirkender Potenz, hat man aber nur zu oft die unrichtige Ansicht verbunden, dafs das Wasser, bei allen Verbindungen auf dem sogenannten nassen Wege, auch die Funktion zu vertreten habe, die Körper zu ihrer chemischen Einwirkung auf eine mechanische Weise vorzubereiten, ihre Theilchen zu trennen und sie in den Zustand der Flüssigkeit zu versetzen. Es giebt Körper die auf nassem und auf trocknem Wege fast auf gleiche Weise auf einander wirken. So zersetzt das Zink z. B. das Hornsilber in der gewöhnlichen Temperatur, unter Zutritt von Wasser oder von feuchter Luft, fast eben so schnell als in der erhöheten Temperatur, ohne dafs weder in dem einen oder in dem andern Fall ein flüssiger Zustand von beiden, oder auch von einem der auf einander wirkenden Körper, die Bedingung zum Gelingen des Prozesses wäre. Wird alle Feuchtigkeit abgehalten, so wirken Zink und Hornsilber nicht mehr auf einander und die Einwirkung findet, ohne Zwischenkunft des Wassers, nicht eher wieder statt, als bis die Temperatur bis zum dunklen Glühen erhöhet worden ist.

Nur in wenigen Fällen scheinen jedoch Wasser und Wärme sich zur Aufhebung der Kohärenzspannungen der auf einander wirkenden Körper wechselseitig vertreten zu können, und immer ist die Wärme ein weit kräftigeres Mittel die Kohäsionsänderung der Körper zu bewirken, als das Wasser. Deshalb können sich Körper auf trocknem Wege mit einander verbinden, deren Vereinigung durch Vermittelung des Was-

sers nicht geschehen kann, deshalb erfolgen die Verbindungen auf dem trocknen Wege schneller als auf dem nassen, und deshalb ist der Erfolg der Einwirkung der Körper in den gewöhnlichen und in den erhöheten Temperaturen häufig sehr verschieden, indem durch die Wärme oft ein ganz anderer Gegensatz der Körper, als durch das Wasser hervorgebracht, und die Erregung durch Temperaturerhöhung ungemein mehr, als durch das Wasser verstärkt wird.

Wenn wir sehen, dafs Eisen und Schwefel in der gewöhnlichen Temperatur sich nur dann mit einander verbinden lassen, wenn sie mit Wasser zusammengerieben werden; so kann, weil weder der eine noch der andere Körper im Wasser auflöslich ist, von der Wirkung des Wassers, als eines Auflösungsmittels die Rede nicht seyn; wir würden höchstens nur voraussetzen können, dafs es in so fern wirke, als es vielleicht durch das Eisen zersetzt wird. Wenn wir aber zugleich die Erfahrung machen, dafs das oxydirte Eisen weder durch trocknes, noch durch feuchtes Zusammenreiben mit dem Schwefel verbunden werden kann, so werden wir nothwendig schliefsen müssen, dafs Eisen und Schwefel an der Wasserzersetzung ganz gleichen Theil nehmen, oder vielmehr, dafs das Wasser auf eine noch nicht erklärte Weise dazu dient, die Verbindung des Eisens mit dem Schwefel einzuleiten.

Schneller zwar sehen wir eine ganz gleiche Wirkung beim Zusammenreiben des Quecksilbers mit dem angefeuchteten Schwefel eintreten, indem durch die Zwischenkunft des Wassers der chemische Gegensatz beider Körper verstärkt wird; allein alle diese Erfolge in der gewöhnlichen Temperatur finden doch nur langsam statt, und eine kaum bis zum Rothglühen gesteigerte Temperatur bewirkt schneller und kräftiger eine Verbindung, die durch Wasser nur langsam und unvollkommen erfolgte. So wird z. B. der schwefelsaure Baryt nur durch lange anhaltendes Kochen mit einer wässrigen Auflösung des kohlensauren Kali zersetzt, wogegen die Zersetzung weit schneller und vollständiger durch das Glühen bewirkt wird. Ohne Erhöhung der Temperatur findet aber auch auf dem sogenannten nassen Wege keine Zersetzung statt, und diese Temperaturunterschiede sind es, welche den Schlüssel zu der Erklärung der Erfolge bei den sogenannten reciproken Verwandtschaften geben müssen.

Wärme und Wasser sind also die Mittel deren sich die Natur bedient, um Verbindungen und Trennungen der Körper einzuleiten. Sie dienen dabei nicht als Auflösungsmittel, indem der flüssige Zustand der zur Mischung und Entmischung sich vorbereitenden Körper bei ihrer chemischen Einwirkung so wenig wesentlich nothwendig ist, daſs man ihn für zufällig und auf die einzelnen wenigen Fälle sich beziehend ansehen kann, wo die aus dem Kohärenzzustande der Körper entspringenden Hindernisse, durch eine völlige Flüssigkeit überwunden werden müssen.

Entsteht aber jetzt die Frage, wie man sich die Wirkung der Wärme und des Wassers zu erklären habe, und warum zum Akt der Verbindung der Zutritt von Wasser oder von Wärme durchaus erforderlich sei; so läſst sich eine befriedigende Antwort nicht geben. Wir wissen nur aus dem Erfolge, daſs Wasser und Wärme als Erreger der Kräfte der Materie dienen, und daſs sie der Kohäsionsthätigkeit entgegen wirken; allein die Ursache eines solchen Erfolges kennen wir so wenig, als wir den Grund der Elektricitätsäuſserungen angeben können, welche durch die Berührung der Körper hervorgebracht werden. Höchstens ist es erlaubt anzunehmen, daſs beiden Kraftäuſserungen der Materie eine und dieselbe Ursache zum Grunde liegt, daſs sie nur dem Grade nach verschieden sind und daſs, durch die, durch Wasser oder durch Wärme verstärkte Erregung der Kräfte bei der Berührung, ein wirklicher Uebergang der Körper in einander, eine vollkommene Durchdringung der Materie entstehen kann. Deshalb hören alle Kraftäuſserungen in dem Augenblick auf, wo die chemische Verbindung vollbracht ist, und deshalb können sie sich, nach den verschiedenen Graden wie die Körper auf einander wirken, auch auf eine sehr verschiedene Weise als Erscheinung darstellen. Immer wird man aber darauf zurückkommen müssen, in dem Gegensatz der Körper selbst, die nächste Ursache ihrer Kraftäuſserungen zu finden, welche durch Wasser und Wärme vielleicht nur in sofern verstärkt werden, als diese störend auf das Gleichgewicht der Kräfte einwirken.

Ohne jedoch Untersuchungen weiter nachzugehen, die noch nicht dazu geeignet sind, einen Aufschluſs über die geheimniſsvolle Natur der Materie zu verschaffen, sehen wir wenigstens als Erfolg der Erscheinungen,

welche die Einwirkung der Körper begleiten, dafs Wärme und Wasser die Thätigkeit der Kräfte vermehren und dafs, — wenigstens so weit unsere Erfahrung reicht, — die Kraftäufserung der Körper, ohne Zwischenkunft des Wassers oder der Wärme, niemals bis zu dem Grade gesteigert werden kann, dafs ein wirklicher Uebergang der sich berührenden Körper in einander, den wir die chemische Verbindung nennen, erfolgen könnte.

Wüfsten wir den Grund, warum sich überhaupt zwei Körper mit einander verbinden, so würde auch die Ursache einleuchten, weshalb nur einige Körper eine Verbindung mit einander eingehen, und andere keine Verbindungsfähigkeit für einander zu haben scheinen; warum einige Körper sich vorzugsweise mit einander vereinigen und Trennungen hervorbringen; warum die Verbindungen nur unter gewissen Umständen erfolgen, und warum sie nach bestimmten Verhältnissen statt finden. Diese bestimmten Verhältnisse sind es, deren nähere Kenntnifs in den neuesten Zeiten, vorzüglich durch Berzelius, eifrig erforscht, und zu einem so hohen Grade von Vollständigkeit entwickelt worden ist, dafs sich in den mehresten Fällen der Erfolg der chemischen Einwirkung der Körper auf einander, im Voraus durch Rechnung bestimmen, und das Verhältnifs genau angeben läfst, nach welchem jeder Körper zur Bildung der neu entstandenen Verbindung beigetragen hat. Weil diese bestimmten Verhältnisse, oder die Mischungsgewichte, aber weder mit der Verbindungsfähigkeit der Körper zu einander in irgend einem Zusammenhang stehen, noch als die Wirkung der allgemeinen Anziehung betrachtet werden können, indem sie von der specifischen Schwere ganz unabhängig sind, am allerwenigsten aber von der Form, von der Stellung und von dem Gewicht hypothetisch angenommener Atome abgeleitet werden dürfen, indem nicht die Form durch die Mischung, sondern die Mischung durch die Form bestimmt wird, folglich das Bedingte nicht das Bedingende, die Wirkung nicht zugleich die Ursache seyn kann; so mufs der Grund dieses merkwürdigen Verhaltens in der Natur der entstehenden Verbindung selbst aufgesucht werden, und da ergiebt sich nur der Kohärenzzustand der Mischung als das die Mischungsgewichte Bestimmende.

Wenn also die Ursache der Verbindung überhaupt, und der Umstände unter denen sie nur statt finden kann, in dem Gegensatz

und in der Natur der auf einander wirkenden Körper gesetzt werden mufs; so ist der chemische Erfolg dieser Einwirkung, nämlich das Mischungsverhältnifs, nicht mehr von den in chemischer Aktion befindlichen Körpern, sondern einzig und allein von dem Kohärenzzustande der entstehenden Mischung abhängig. Nur dadurch wird es erklärbar, warum sich die Mischungsverhältnisse immer nach der Temperatur richten, warum Temperaturunterschiede in vielen Fällen schon hinreichend sind, die Verbindungsverhältnisse zu ändern und warum, selbst bei gleich bleibenden Mischungsverhältnissen, eine Verbindung in einer höheren Temperatur inniger als in einer minder erhöheten Temperatur zu werden vermag.

Auf diese letzte merkwürdige Erscheinung hat Berzelius ebenfalls aufmerksam gemacht. Sie kann ihren Grund nur in der Veränderung des Kohärenzzustandes der Körper haben, und zeigt sich wahrscheinlich in einer weit gröfseren Allgemeinheit, als sie bis jetzt beobachtet worden ist. Die aus Schwefel und Eisen bestehende Mischung, welche in einer niedrigen Temperatur gebildet worden ist, zersetzt sich an der feuchten Atmosphäre ungleich schneller, als die aus demselben Mischungsverhältnifs zusammengesetzte, in einer höheren Temperatur entstandene Verbindung, welche chemisch von der ersteren nicht verschieden ist. Jene erste Verbindung erlangt die Eigenschaft der letzteren, wenn sie einer höheren Temperatur ausgesetzt wird, wobei ein elektrisches Glühen die ganze Masse durchfährt. Weil die Mischung von der Form und die Form von dem Kohärenzzustande des Körpers abhängig ist, und durch denselben unmittelbar bedingt wird; so kann es nicht auffallen, wenn ein und derselbe Körper, und wenn er auch ein chemisch einfacher wäre, in sofern durch irgend eine Veranlassung sein Kohärenzzustand verändert worden ist, nicht immer dieselbe Form annehmen sollte. Vom Schwefel ist ein solches Verhalten wirklich bekannt und erst kürzlich von Hrn. Mitscherlich näher nachgewiesen worden. Die durch sogenannte Absorbtion entstehenden Verbindungen sind ebenfalls ohne Zweifel Verbindungen, die nur eine geringe Innigkeit erlangt haben.

Wenn also von dem Kohärenzzustande der entstehenden Mischung die Mischungsgewichte abhängig sind, und wenn sich daraus auch er-

klärt, warum die Mischungsverhältnisse in den verschiedenen Temperaturen verschieden sich ausbilden, so würde doch aus einem solchen Verhalten nur einleuchtend werden, warum die Körper bei ihren Verbindungen mit einander mehrerer Vereinigungsstufen fähig sind, d. h., warum die Mischungsgewichte das von Berzelius entwickelte bestimmte Verhältnifs 1., 2., 3., oder irgend ein anderes befolgen; allein es geht daraus nicht die Wahrscheinlichkeit hervor, dafs eine Verbindung in ganz unbestimmten Verhältnissen statt finden wird. Hierauf ist indefs zu entgegnen, dafs sich alle Verbindungen, deren Mischungsverhältnisse untersucht worden sind, auf einen ganz bestimmten Kohäsionszustand der entstandenen Verbindung beziehen, und dafs Mischungen nach unbestimmten Verhältnissen, wenn sie vorhanden sind, nur im flüssigen Zustande der Verbindung, oder überhaupt in demjenigen Zustande aufgefunden werden können, in welchem der Kohärenzzustand der Mischung durch Wasser oder durch Wärme überwältigt ist. Am wenigsten dürfte es aber gelingen, unbestimmte Mischungsverhältnisse jemals aufzufinden, bei Mischungen, welche aus der innigen Vereinigung gasförmiger Körper entstehen, weil die durch die Elasticität gegebene Kohärenzform nur schwer überwunden werden kann, weshalb sie Verbindungen erschwert und Trennungen befördert, und daher immer nur auf einen bestimmten Kohärenzzustand des entstehenden Produkts zurückgeführt werden kann.

Eben so werden sich bestimmte Mischungsverhältnisse immer dann ausbilden müssen, wenn eine flüssige Mischung, ganz oder theilweise, durch Ruhe in den festen Zustand übergeht, weil der bestimmte Kohärenzzustand des sich bildenden festen Körpers nothwendig ein bestimmtes Mischungsverhältnifs bedingt. Ob aber feste Körper, welche sich wieder zu einer festen Verbindung vereinigen, ohne sich vorher in dem Zustand der Flüssigkeit befunden zu haben, diese Vereinigung nur nach bestimmten Verhältnissen bewirken, dürfte vorzüglich von dem Kohärenzzustande der Mischung abhängen, obgleich es sehr schwer ist, den Zustand der Mischung in dieser Hinsicht zu prüfen, weil die Prüfung entweder nur durch Hülfe des Wassers, oder auch nach dem erfolgten Erkalten der Mischung geschehen kann, in beiden Fällen aber Verbindungen nach bestimmten Mischungsverhältnissen erhalten werden, welche

sich erst ausgebildet haben und in dem ursprünglichen Zustand der Verbindung nicht vorhanden waren.

Wenn uns aber auch dieser Zustand der Verbindung der Körper völlig unbekannt bleibt, und wir nur in einigen wenigen Fällen aus dem Verhalten der Mischung auf den Verbindungszustand einen Schlufs machen können; so wissen wir doch das mit völliger Gewifsheit, dafs jede Verbindung der Körper, welche sich im flüssigen Zustande, — derselbe mag durch Wasser oder durch Wärme herbeigeführt seyn, — als eine homogene Mischung zu erkennen giebt, auch eine wahre chemische Verbindung seyn mufs. Wollte man sie nicht dafür gelten lassen, so würde man den Unterschied zwischen chemischer Verbindung und mechanischer Mengung völlig aufheben.

Diese flüssigen Mischungen geben aber sehr häufig Beispiele von chemischen Verbindungen nach ganz unbestimmten Verhältnissen. Wie weit sich die Verbindungsfähigkeit der Körper in diesem Zustande der überwundenen Kohärenz erstreckt, dürfte der Gegenstand einer sorgfältigen Prüfung werden müssen, indem die bisherigen Untersuchungen über die Mischungsverhältnisse nur auf einen bestimmten Kohärenzzustand der Materie gerichtet waren. Wenigstens zeigen diese Verbindungen die Möglichkeit der Vereinigung der Materie nach ganz unbestimmten Verhältnissen, und beweisen, dafs die Befolgung fester Mischungsverhältnisse nur ein besonderer, durch den Kohärenzzustand der entstehenden Verbindung bestimmter Fall des allgemeinen Vereinigungsakts aller Materie ist.

Wenn es möglich wäre, die Ursache, wodurch Mischungen nach ganz unbestimmten Verhältnissen in den flüssigen Zustand versetzt worden sind, so plötzlich zu entfernen, dafs sich die durch ruhiges Festwerden der Mischung ausbildenden Verbindungen nach bestimmten Mischungsgewichten gar nicht bilden könnten; so würde das Resultat eine feste chemische Verbindung der in der flüssigen Mischung vereinigt gewesenen Körper nach unbestimmten Verhältnissen der Mischung seyn müssen. In den mehresten Fällen wird aber unter solchen Umständen das allgemeine Verbindungsstreben durch die Wirkungen der Kohäsionskraft vernichtet. Diese verlangt eine Vereinigung nach bestimmten Mischungsverhältnissen, und jenes vermag sich nur da zu äufsern, wo der

Kohärenzzustand der sich vereinigenden Körper, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, aufgehoben ist. Daraus würde also folgen, dafs durch die plötzliche Aufhebung des flüssigen Zustandes, nur in dem Fall eine feste Verbindung nach unbestimmten Mischungsverhältnissen entstehen könnte, wenn das allgemeine Verbindungsstreben den Wirkungen der Kohäsionskraft das Gleichgewicht hält. Nach aller Erfahrung tritt aber ein solcher Erfolg niemals ein, sobald die Hindernisse weggeräumt sind, welche den Kohärenzäufserungen der Körper entgegen standen; denn eben darauf, dafs der Erfolg eines jeden chemischen Prozesses, einer jeden chemischen Einwirkung eines Körpers auf den andern, durch den Kohärenzzustand der entstehenden Mischung bedingt wird, beruht unsere ganze Kenntnifs von der Verbindung der Körper, deren Gesetze wir schon mit so grofser Zuverlässigkeit und Genauigkeit kennen, dafs es nicht mehr gestattet ist, den leisesten Zweifel in ihrer Richtigkeit zu setzen.

Aber so wie alle Kraftäufserungen, wenn sie ihr Maximum erreicht haben, sich in ihren Wirkungen zuletzt so sehr verlieren, dafs die Gesetze, denen sie unterworfen sind, kaum noch erkannt werden können; so scheint es auch bei den Kraftäufserungen der Kohärenz im Konflikt mit dem chemischen Verbindungsstreben der Fall zu seyn. Das allgemeine Gesetz der Trägheit in der Mechanik, nach welchem die Körper in ihrem Zustand der Ruhe und Bewegung beharren, wenn sie nicht durch eine äufsere Ursache genöthigt werden, diesen Zustand zu verlassen; scheint auch auf das Fortbestehen der einmal gebildeten chemischen Mischungen Anwendung zu finden, indem die Mischungsveränderungen nicht plötzlich eintreten, sondern jede Mischung und Entmischung eine gewisse Zeit erfordert, in welcher sie erst vollständig vollbracht werden kann. Ein sehr passendes Beispiel bietet der Schwefel dar, welcher auf das Chlor anfänglich keine Wirkung zu haben scheint, sich dann aber plötzlich und mit Explosionen mit demselben verbindet. Dieser Zeitraum wird in allen den Fällen freilich nicht mefsbar seyn, wo ein starker elektrochemischer Gegensatz der auf einander wirkenden Körper statt findet, oder wo die Kohäsionskraft des sich ausscheidenden Körpers ungleich wirksamer gedacht werden mufs, als die Kraft, welche alle in der Mischung befindlichen Körper zu Einem

Ganzen verbindet. Wo aber diese Bedingungen nicht in einem ausgezeichneten Grade vorhanden sind, läfst sich sehr wohl die Möglichkeit einsehen, dafs eine flüssige Mischung, oder überhaupt eine Mischung, welche sich in einem solchen Kohärenzzustande befindet, dafs sie Verbindungen nach unbestimmten Verhältnissen zuläfst, durch plötzliches Erstarren die Mischungsverhältnisse nicht ändert, so dafs das Resultat der plötzlichen Erstarrung ein ganz anderes, als das der langsamen Erkaltung seyn mufs.

Bei allen Mischungen nach unbestimmten Verhältnissen, welche durch Auflösung auf dem nassen Wege entstehen, läfst sich ein solcher Erfolg nicht leicht warnehmen, weil noch kein Verfahren bekannt ist, das Auflösungsmittel plötzlich zu entfernen. Merkwürdig ist indefs die Erfahrung, dafs eine Salzauflösung, welche schnell von + 140 bis zu — 6 Gr. Fahrenh. erkältet wird, durchaus gefriert, ohne dafs eine Ausscheidung des Salzes statt findet, wogegen bei minder plötzlichen Temperaturübergängen, das Wasser krystallisirt und die Salzauflösung koncentrirt wird. Dieser Erfolg zeigt, dafs Wasser und Salz, nicht allein im flüssigen, sondern auch im festen Zustande, unter gewissen Umständen nach unbestimmten Verhältnissen verbunden bleiben. — Wenn wir dagegen aus einem flüssigen Amalgam, also aus einer Verbindung des Quecksilbers mit einem anderen Metalle in ganz unbestimmten Verhältnissen, ein festes Amalgam durch Ruhe sich ausscheiden sehen; so ist dies der gewöhnliche Erfolg der Kohärenzthätigkeit, welche eine Mischung nach unbestimmten Verhältnissen, auf eine Verbindung nach bestimmten Mischungsverhältnissen, zurückzuführen strebt. Daher sind wir auch nicht berechtigt, das flüssige Amalgam für eine Auflösung des Amalgams nach bestimmten Mischungsgewichten, in Quecksilber anzusehen; sondern wir müssen es, so lange es als eine homogene Flüssigkeit erscheint, für eine Mischung nach unbestimmten Verhältnissen betrachten; gerade so wie eine Salzauflösung in Wasser, aus welcher das Salz durch Ruhe krystallisirt, ein einfaches Beispiel giebt, wie eine Mischung nach unbestimmten Verhältnissen, auf Verbindungen nach bestimmten Mischungsverhältnissen zurückgeführt wird.

Mischungen nach unbestimmten Verhältnissen, welche auf dem trocknen Wege, bei einem gewissen Kohärenzzustande der Mischung,

erhalten werden, würden leichter Beispiele von der Beibehaltung des unbestimmten Mischungsgewichtes nach erfolgter Erkaltung darbieten können, weil es in vielen Fällen leichter möglich ist, das Auflösungsmittel — die Wärme — plötzlich zu entfernen, als dies bei den Auflösungen auf dem nassen Wege geschehen konnte. Wirklich fehlt es auch nicht an Beispielen dieser Art, deren Zahl sich unbezweifelt mehren wird, wenn man erst gröfsere Aufmerksamkeit auf die Untersuchung des Zustandes der Verbindungen richten wird, welche durch plötzliches und durch langsames Erstarren einer und derselben Mischung erhalten werden.

Die unter dem Namen des Roheisens bekannte Verbindung des Eisens mit Kohle, welche im flüssigen Zustande eine zwar homogene, aber fast immer eine Verbindung beider Metalle nach ganz unbestimmten Mischungsverhältnissen darstellt, verhält sich beim plötzlichen Erkalten durchaus anders als bei der langsamen Erstarrung. Im ersten Fall bleiben Kohle und Eisen eben so verbunden, wie sie es im Zustande der Flüssigkeit waren; im letzten Fall scheidet sich die Kohle theils rein aus, theils in Verbindung mit Eisen nach bestimmten Mischungsverhältnissen. — Diese Verbindungen sind also nicht in der flüssigen Mischung vorhanden, sondern sie sind das Resultat der langsamen Erkaltung, welche die Ausbildung von Verbindungen nach bestimmten Mischungsverhältnissen herbeiführte. — Gold und Silber vereinigen sich beim Schmelzen sehr leicht in allen Verhältnissen zu einem homogenen Gemisch. Wird die geschmolzene Legirung schnell zum Erstarren gebracht, so behält die erstarrte Masse die homogene Beschaffenheit, welche ihr im flüssigen Zustande zukam. Erfolgt die Abkühlung sehr langsam, so trennt sich das Gold gröfstentheils, in Verbindung mit etwas Silber, aus der Masse. — Zinn und Eisen vereinigen sich beim Schmelzen fast in allen Verhältnissen zu einer gleichartigen Verbindung. Wird die flüssige Mischung schnell zum Erstarren gebracht, so bleibt sie homogen; erfolgt die Abkühlung langsam, so trennt sie sich und stellt zwei Verbindungen dar, aus vielem Eisen und wenig Zinn, und aus vielem Zinn und wenig Eisen. Wenn geschmolzenes Blei mit weniger Schwefel versetzt wird, als die Mischungsverhältnisse des Schwefelblei, oder des sogenannten Bleiglanzes erfordern, so bildet sich eine homogene

D 2

flüssige Masse; es entsteht also eine Mischung nach unbestimmten Verhältnissen. Wird diese plötzlich zum Erstarren gebracht, so behält das Gemisch seine gleichartige Beschaffenheit. Erfolgt die Abkühlung langsam, so scheidet sich regulinisches Blei aus, und es bildet sich gleichzeitig Bleiglanz, also eine Verbindung nach einem bestimmten Mischungsverhältnifs.

Ob mehrere Metalle, bei ihrer Verbindung mit weniger Schwefel, als zur Sättigung, oder vielmehr zur Hervorbringung bestimmter Mischungsverhältnisse erforderlich ist, ein ähnliches Verhalten im flüssigen Zustande und nach der mehr oder weniger verzögerten Erstarrung befolgen, ist noch nicht bekannt. Nach der Vorstellung, die man sich jetzt von Verbindungen dieser Art gemacht hat, würde man sie für blofse Zusammenschmelzungen des Schwefelmetalles mit dem im Ueberschufs vorhandenen Metall zu halten haben. Das Verhalten des Bleies mit Schwefel zeigt indefs, dafs diese Annahme nicht allgemeine Gültigkeit hat, und dafs vielleicht auch bei anderen Schwefelmetallverbindungen die Erstarrungsart berücksichtigt werden mufs. Das rothbrüchige Eisen enthält, wenigstens sehr häufig, einen geringen Antheil Schwefel, welcher, nach den verschiedenen Temperaturzuständen, vielleicht bald mit der ganzen Masse des Eisens, bald mit einem Theil desselben, zu Verbindungen nach bestimmten Verhältnissen, verbunden seyn, und dadurch Veranlassung zu dem eigenthümlichen Verhalten dieses Eisens geben könnte, welches in der Weisglühhitze und bei der gewöhnlichen Temperatur sehr fest und haltbar ist, in der Rothglühhitze aber brüchig wird und sich nicht schmieden läfst.

Auch Schwefel und Phosphor, so wie Schwefel und Arsenik, gehören zu den Körpern, die sich in allen Verhältnissen mit einander verbinden und ein Beispiel von Mischungen nach unbestimmten Verhältnissen geben. — Aber ungleich einleuchtendere und viel häufiger vorkommende Beispiele von Verbindungen nach unbestimmten Verhältnissen, als die Metalle, oder die nicht oxydirten Körper darbieten, gewähren die Verbindungen von oxydirten Körpern. Die sogenannten Erden, die Alkalien und die Metalloxyde, lassen sich, bei einem angemessenen Grade der Temperatur, fast in allen Verhältnissen mit einander verbinden, und stellen im geschmolzenen Zustande eine homogene Mischung

dar, welche, wegen ihrer vollkommenen Gleichartigkeit, als eine wahre chemische Verbindung angesehen werden mufs. Wenn diese Mischung schnell erstarrt, so bleibt sie sehr häufig durchaus gleichartig, und ist im Allgemeinen unter dem Namen der Flüsse, Gläser oder Schlacken bekannt. Die Gleichartigkeit der Masse, und in vielen Fällen auch die Durchsichtigkeit derselben, lassen es durchaus nicht bezweifeln, dafs diese Verbindung nicht eine wahre chemische Mischung sei.

Ganz anders ist das Verhalten bei einem höchst langsamen und verzögerten Erstarren. Das glasige geflossene Ansehen ist verschwunden, statt des muschligen oder des splittrigen Bruches mit Glasglanz, hat sich ein erdiges Ansehen, ein körniges oder auch ein strahliges Gefüge mit deutlich warnehmbaren Absonderungsflächen eingestellt, und die vorher durchsichtige oder durchscheinende Masse ist vollkommen undurchsichtig geworden. Alle diese wesentlichen Veränderungen sind ganz allein der Erfolg eines schnelleren oder langsameren Erkaltens. Bei diesen auffallenden Erscheinungen kann es nicht zweifelhaft seyn, dafs die Kohäsionsthätigkeit im ersten Fall dem allgemeinen Verbindungsstreben unterlag, und dafs sie erst bei einer langsamen Erstarrung, Verbindungen nach bestimmten Mischungsverhältnissen hervorzurufen vermogte.

Alle Erfahrungen lehren ferner, dafs es des flüssigen Zustandes der Körper, zu ihrer chemischen Einwirkung auf einander nicht bedarf. Wenn daher eine durch plötzliches Erstarren erhaltene Mischung nach unbestimmten Verhältnissen, einem Grade der Temperatur ausgesetzt wird, welcher die Masse, ohne sie zum Schmelzen zu bringen, in einen solchen Zustand versetzt, dafs die Kohärenzspannungen so weit aufgehoben werden, als nöthig ist, damit die Kräfte der Körper zur chemischen Einwirkung auf einander thätig werden; so würde der Erfolg des anhaltenden Glühens solcher festen Mischungen, mit demjenigen übereinstimmen müssen, welcher erhalten wird, wenn die Mischung aus dem flüssigen Zustande durch höchst langsames Erkalten in den festen übergeht. Es werden sich also durch anhaltendes Glühen dieser, durch plötzliches Erstarren erhaltenen Mischungen, in einer Temperatur, welche sich jedesmal nach der Beschaffenheit der Mischung richten wird, ebenfalls Verbindungen nach bestimmten Mischungsverhältnissen bilden müssen. Und so ist es auch in der That. Das weifse Roheisen und der

harte Stahl, welche durch plötzliches Erstarren der geschmolzenen Verbindung aus Eisen und Kohle erhalten werden, ändern sich durch bloſses Glühen zu Verbindungen ganz anderer Art um, welche sich durch Farbe, Härte, Festigkeit, Glanz und Gefüge wesentlich von der ursprünglichen Verbindung unterscheiden. Die durch plötzliches Erstarren erhaltene Verbindung von Blei mit wenigem Schwefel, wird durch bloſses Glühen eben so in Bleiglanz und in regulinisches Blei zerlegt, als wenn die flüssige Masse höchst langsam erstarrt wäre. — Die glasigen Schlacken ändern sich durch anhaltendes Glühen, in einer oft gar nicht beträchtlich hohen Temperatur, genau eben so zu matten, erdigen, krystallinischen Verbindungen um, als wenn sie in dem noch flüssigen Zustande ganz langsam erkaltet wären.

Also in allen diesen Fällen sehen wir das durch plötzliches Erstarren gehemmte Ausbilden von Verbindungen nach bestimmten Mischungsverhältnissen, durch das bloſse Glühen dieser nach unbestimmten Mischungsverhältnissen zusammengesetzten Verbindungen, eben so bestimmt und eben so deutlich eintreten, als wenn die flüssige Masse langsam und ruhig erkaltet, und die Kohäsionsthätigkeit, welche jederzeit dem allgemeinen Verbindungsstreben entgegen wirkt, und Verbindungen nach bestimmten Mischungsverhältnissen hervorruft, durch das plötzliche Erstarren, in ihrer Wirksamkeit nicht gestört oder unterdrückt worden wäre.

Diese Erfahrungen geben einen Aufschluſs über die Veränderungen, denen verschiedenen Körper, und ohne Zweifel alle Verbindungen, welche durch plötzliches Erstarren einer Mischung erhalten werden, wobei die Kraft der Kohäsion durch das allgemeine Verbindungsstreben unterdrückt ward, durch die Art des Abkühlens nach dem Schmelzen, oder auch wohl nur nach dem Glühen, in der Farbe, Härte, im Glanz und in der ganzen Textur unterworfen sind. Es ist nämlich einleuchtend, daſs eben sowohl wie die nach unbestimmten Verhältnissen zusammengesetzten Mischungen, auch die Mischungen, denen ein ganz bestimmtes Verhältniſs zum Grunde liegt, bei ihrem plötzlichen Uebergange aus dem flüssigen in den festen Zustand, dem Mangel an Ausbildung bestimmter Formen unterliegen können; wobei ungefehr dasselbe Verhältniſs, wie bei den plötzlich erfolgenden pulverigen Nieder-

schlägen, und bei den langsam sich absetzenden krystallinischen Bildungen auf dem nassen Wege, statt finden mag. Solche Mischungen nach bestimmten Verhältnissen sind, in dieser Rücksicht, denen nach unbestimmten Verhältnissen zusammengesetzten, gleich zu setzen, denn beide stellen eine im eigenthümlichen Sinn des Wortes geflossene Masse dar, aus welcher durch die Kohäsionsthätigkeit, wenn die Umstände ihrer Wirksamkeit günstig sind, erst eine bestimmte Form hervorgehen soll. Der einzige Unterschied zwischen dem Verhalten dieser Mischungen nach bestimmten und unbestimmten Verhältnissen besteht, wie es scheint, nur darin, dafs es ungemein viel schwieriger ist, eine aus unbestimmten Verhältnissen zusammengesetzte Mischung, durch langsames Erkalten, oder durch das Glühen der plötzlich erstarrten Mischung, auf bestimmte Formen, die sich durch ausgebildete Krystalle zu erkennen geben, zurück zu führen. Was die Kohäsionsthätigkeit bei Mischungen nach bestimmten Verhältnissen sehr leicht zu bewirken vermag, ist bei Mischungen nach unbestimmten Verhältnissen oft nur in der Annäherung möglich.

Es giebt Fälle, wo sich die Wirkung des schnelleren und des langsameren Erkaltens nur auf eine Veränderung des Kohärenzzustandes allein zu beschränken scheint, und vielleicht tritt ein solcher Erfolg auch selbst bei den Mischungen nach bestimmten Verhältnissen ein. Als Beispiel dieser Art ist vorhin schon der Schwefel genannt worden; auch der Phosphor zeigt ein ähnliches Verhalten. Wird er bis 50 Gr. Reaum. erhitzt, so bleibt er, bei dem langsamen Erkalten an der Luft, weifs und durchsichtig; erkältet man ihn plötzlich im kalten Wasser, so wird er schwarz und undurchsichtig. Aus dem einen dieser Zustände kann man ihn, so oft man will, in den andern übergehen lassen. — Das unter dem Namen des Arsenikglases bekannte Arsenikoxyd, bildet ein farbenloses, vollkommen durchsichtiges Glas, wenn es beim Sublimiren schnell erkaltet. Es wird weifs, emailleartig und völlig undurchsichtig, wenn die Abkühlung langsam erfolgt, oder wenn das Glas lange Zeit der Einwirkung der Luft ausgesetzt ist. Eine Zu- oder Abnahme des Gewichtes findet dabei durchaus nicht statt.

Ungleich häufiger ist aber mit dieser Veränderung des Kohärenzzustandes, auch eine Veränderung in den Mischungsverhältnissen verbunden.

Das gewöhnliche Glas, diese allgemein bekannte Verbindung, giebt davon ein sehr nahe liegendes und auffallendes Beispiel. Schnell abgekühlt ist es im höchsten Grade spröde, wie die Glastropfen zeigen; bei langsamer Abkühlung besitzt es die bekannten Eigenschaften, und wenn die Erstarrung durch anhaltende Erhitzung verzögert wird, so verliert es den Karakter des Glases und wird zu einem Email, oder nimmt wohl gar eine steinartige Struktur an. Eben dieser Erfolg läfst sich durch das Glühen des Glases hervorbringen, wie schon das sogenannte Reaumursche Porzellan zeigt.

Bei allen diesen Veränderungen bleibt zwar die Mischung dieselbe, aber die Mischungsverhältnisse ändern sich, indem die Kohäsionskraft bei dem verzögerten Erstarren, oder bei dem anhaltenden Glühen thätig werden, und Verbindungen nach bestimmten Mischungsverhältnissen ausbilden kann. Deshalb erhalten auch alle Gläser und Flüsse durch langsames Erstarren, oder, welches für den Erfolg immer dasselbe ist, durch anhaltendes Glühen, um so leichter eine steinartige Struktur, je zusammengesetzter sie sind, indem dann eine gröfsere Kombination in den Mischungsveränderungen, welche nach bestimmten Verhältnissen erfolgen können, möglich ist.

Aus Hall's bekannten Versuchen geht hervor, dafs es blofs von der Art der Erstarrung abhängt, ob man aus Fossilien von der Trappformation und aus natürlichen Laven, durchsichtige Gläser oder undurchsichtige steinartige und krystallinische Massen darstellen will, und dafs sich nach Willkühr die Gläser in Steine und die Steine wieder in Gläser verwandeln lassen. — Diese vortrefflichen Versuche, so wie die mit vieler Sorgfalt und zum Theil mit grofser Ausführlichkeit angestellten Untersuchungen über die sogenannte Entglasung, von Reaumur, Bosc d'Antic, Dartigues, Fleuriau de Bellevue, Watt und Fourmy erhalten, wie es scheint, ihre richtige Deutung erst durch die hier nachgewiesene Ausbildung von Verbindungen nach bestimmten Mischungsverhältnissen, wozu es des flüssigen Zustandes der Mischung keinesweges bedarf. Dieser letzte Umstand ist es auch, der für die Erklärung geologischer Erscheinungen vorzüglich wichtig seyn dürfte, weil man sich die Masse, in welcher Krystalle vorkommen, die schmelzbarer als die Grundmasse, worin sie sich befinden, selbst sind, nicht mehr

flüssig, sondern nur in einem solchen Zustande denken darf, dafs die Kohäsionsthätigkeit das allgemeine Verbindungsstreben in dem Augenblick ihrer Bildung zu überwinden vermogte. Die von de Drée aufgestellten, durch Versuche erwiesenen sehr scharfsinnigen Ansichten, welche sich auf eine theilweise Erweichung einer ausgebildeten Verbindung beziehen, können, weil sie ein specieller Fall des allgemeinen Erfolgs der Schmelzung und Erstarrung sind, nur zur Erklärung der besonderen, auf einen solchen Erfolg gerichteten Erscheinungen dienen.

Das Glühen schon erstarrter Mischungen in einem gehörigen Grade der Temperatur, ist in vielen Fällen ein weit wirksameres Mittel, eine Veränderung des Mischungsverhältnisses hervorzubringen, als das mehr oder weniger verzögerte Erstarren der flüssigen Verbindung. Ohne Zweifel ist dies Verhalten so sehr von den Eigenschafsen der auf einander wirkenden und der aus dieser Einwirkung entstehenden Körper abhängig, dafs sich für jeden besonderen Fall sehr verschiedenartige Erscheinungen darbieten werden. Ein Beispiel der Verbindungsfähigkeit in ganz unbestimmten und sehr veränderlichen Verhältnissen, geben, unter anderen Körpern, das Kupfer und das Zinn. 100 Theile Zinn lassen sich mit 50, 100 und 200 Theilen Kupfer zu einer Mischung zusammen schmelzen, die nicht allein im flüssigen Zustande, sondern auch nach dem langsamen oder plötzlichen Erstarren, vollkommen gleichartig bleibt. Alle drei Verbindungen sind spröde und weifs von Farbe. Ihre völlige Gleichartigkeit läfst keinen Zweifel übrig, dafs sie nicht als wirkliche chemische Verbindungen des Kupfers mit dem Zinn, also als Verbindungen nach ganz unbestimmten Mischungsverhältnissen, auch im erstarrten Zustande zu betrachten wären. Alle diese Mischungen leiden durch Glühen keine Veränderung. Vergröfsert man das Verhältnifs des Kupfers zum Zinn, etwa so, dafs 100 Theile des letzteren mit 400 Theilen des ersteren verbunden sind, so erhält das Metallgemisch, beim höchst langsamen Erkalten im Tiegel, auf der Oberfläche ein gestricktes Ansehen und auf der Bruchfläche ein dichtes Gefüge, verbunden mit einer schmutzigweifsen Farbe und mit beträchtlicher Sprödigkeit. Wird diese Legirung schnell in einer kalten eisernen Form ausgegossen, so behält sie ihre Eigenschaften, so dafs sie durch langsames oder beschleunigtes Erstarren keiner Mischungsveränderung zu unterliegen

scheint. Glüht man sie aber in einer die Rothglühhitze erreichenden Temperatur; so hängt es ganz von der Art der Erkaltung des geglüheten Gemisches ab, ob es dieselben Eigenschaften wie vor dem Glühen behalten, oder ob es eine gelbliche, weiche und dehnbare Mischung mit körnigem Gefüge bilden soll. Letzteres ist der Fall, wenn das glühende Gemisch durch Ablöschen im Wasser plötzlich erkaltet wird, wogegen sich die ursprüüngliche Verbindung durch langsames Abkühlen an der Luft wieder herstellt. Wird die Temperatur beim Glühen etwas zu sehr erhöhet, so schwitzen auf der Oberfläche des noch starren Gemisches ganz kleine, silberweifse Perlchen aus, welche indefs bald wieder verschwinden, wenn die Erhitzung fortdauert, so dafs das ganze Gemisch in Flufs kommt und die Veränderungen durch das Glühen nicht weiter bemerkt werden können. Diese Erscheinungen beim Glühen sowohl, als die ungleichartige Beschaffenheit der Bruchfläche des plötzlich erkalteten geglüheten Gemisches, deuten darauf hin, dafs die Mischung in der Hitze, welche zum Schmelzen noch nicht hinreicht, ein anderes Mischungsverhältnifs eingeht, indem sich eine leichtflüssigere, aus mehr Zinn und weniger Kupfer bestehende Verbindung bildet, welche durch langsames Erkalten wieder zerstört wird, durch schnelles Ablöschen im Wasser aber gebildet bleibt, weil die Erstarrung schneller erfolgt, als sich die frühere allgemeine Verbindung beider Metalle wieder herstellt. Bei allen den Mischungen, welche ein gröfseres Verhältnifs an Zinn enthalten, konnten diese Veränderungen durch das Glühen nicht eintreten, weil die zu grofse Leichtflüssigkeit eine Veränderung des Mischungsverhältnisses unmöglich machte. Aus demselben Grunde stellte sich auch bei diesem, aus 100 Zinn und 400 Kupfer bestehenden Gemisch, die ursprüngliche allgemeine Verbindung beider Metalle, durch das langsame Abkühlen nach dem Glühen, vollständig wieder her. Diese Mischungsveränderungen durch die Temperaturunterschiede und durch die Art des Erkaltens der rothglühenden Massen, erklären zugleich, warum sich diese Metallmischung in Rücksicht ihrer Dehnbarkeit und Hämmerbarkeit in der Rothglühhitze genau eben so verhält, wie nach dem plötzlichen Erkalten, und warum das langsam erstarrte, so wie das noch nicht bis zum Rothglühen erhitzte Gemisch, spröde sind und sich unter dem Hammer nicht bearbeiten lassen.

Wird das Verhältnifs des Kupfers zum Zinn noch mehr vergröfsert, verbindet man z. B. 100 Zinn mit 1100 Kupfer, — und dies ist das Verhältnifs, welches man gewöhnlich beim Kanonenguth anwendet, — so bieten sich ganz andere Erscheinungen dar. Bei einem höchst langsamen Erkalten des flüssigen Gemisches erscheint dasselbe dem unbewaffneten Auge ganz gleichartig; durch das Vergröfserungsglas läfst sich indefs die Ungleichartigkeit auf der frischen Bruchfläche leicht auffinden und bemerken, dafs sich ein weifses Metallgemisch zwischen den gestrickten Flächen eines röthlichgelben Metallgemisches abgetrennt hat. Die gebohrte, abgedrehte, getriebene, geschliffene und polirte Oberfläche erscheint nur deshalb gleichartig, weil das zähere röthlichgelbe Metallgemisch durch diese, mit einem mechanischen Ausstrecken derselben verbundene Bearbeitung, das Hervortreten der weifsen, spröden und in kleinen Körnchen eingelagerten Verbindung verhindert. — Bringt man das flüssige Metallgemisch plötzlich dadurch zum Erstarren, dafs man es in schwachen Zainen in einer möglichst dicken, kalten, eisernen Form ausgiefst; so erhält man ein durchaus gleichartiges Gemisch, auf dessen Bruchfläche sich durch die stärkste Vergröfserung nichts Ungleichartiges bemerken läfst. Die Mischung bleibt also homogen, wie sie es im flüssigen Zustande war. Wird dieser Zain in einer starken Rothglühhitze anhaltend geglüht und im glühenden Zustande plötzlich im Wasser abgelöscht, so behält er seine gleichartige Beschaffenheit; läfst man ihn sehr langsam an der Luft erkalten, so bekommt er die Beschaffenheit der langsam an der Luft erstarrten flüssigen Legirung, d. h. es bildet sich eine weifse, körnige Verbindung aus, welche sich in der überwiegenden Masse einer gestrickten röthlichgelben Mischung eingelagert findet. Dieses langsam erstarrte Gemenge verhält sich beim anhaltenden Glühen auf ähnliche Art. Wird es glühend im Wasser abgelöscht, so ist es durchaus gleichartig; erstarrt es langsam, so behält es seine Ungleichartigkeit bei. Eine aus 100 Zinn und 1100 Kupfer zusammengesetzte Mischung kann also nur in der erhöheten Temperatur, nämlich in der Schmelzhitze, oder in einer starken Rothglühhitze gleichartig seyn; sinkt die Temperatur, so bilden sich wenigstens zwei Verbindungen aus, und die so erstarrte Mischung ist ein Gemenge von wenigstens zwei Verbindungen nach bestimmten chemischen Mischungs-

verhältnissen, deren Bildung sich durch plötzliches Erstarren verhindern läſst. Dies Metallgemisch verhält sich beim Glühen also ganz anders als das d'Arcetsche, und diese Verschiedenheit des Verhaltens ist eine Folge des veränderten Verhältnisses des Zinnes zum Kupfer, welches bei der d'Arcetschen Metallkomposition groſs genug war, um mit dem Kupfer in allen Temperaturen vereinigt zu bleiben, in der Glühhitze aber zur Entstehung von zwei Verbindungen Veranlassung zu geben, welche sowohl in der Schmelzhitze, als in der gewöhnlichen Temperatur wieder zerstört wurden. Die Metallmischung zum Kanonenguth enthält so wenig Zinn, daſs beide Metalle der Schmelzhitze, oder einer sehr erhöheten Temperatur bedürfen, um mit einander verbunden zu bleiben, und daſs durch Temperaturerniedrigung eine Trennung eintritt, welche sich nur durch plötzliches Erkalten mehr oder weniger vollständig verhindern läſst.

Unser metallenes Geschütz ist daher, — eben so wie das gegossene eiserne, — keine chemische Verbindung zweier Metalle, sondern ein Gemenge von wenigstens zwei Verbindungen des Kupfers mit Zinn, welche, so zu sagen, mechanisch in einander geflochten sind. Eine aus 100 Zinn und 1100 Kupfer bestehende Mischung, würde also nur dann eine gleichartige Verbindung seyn können, wenn es möglich wäre, das flüssige Gemisch plötzlich zur Erstarrung zu bringen, oder das langsam erstarrte metallene Geschütz einer starken Glühhitze auszusetzen und plötzlich im Wasser abzukühlen. Beides ist aber wegen der groſsen Masse des Guſsstücks unausführbar. Ueberläſst man, wie es nicht anders seyn kann, die flüssige Metallmischung der langsamen Abkühlung in der Geschützform; so sollte der Erfolg des Erstarrens für die Beschaffenheit des Geschützes um so günstiger seyn, d. h. die Metallmischung sollte um so homogener ausfallen, je mehr die Erstarrung beschleunigt würde. Die Erfahrung zeigt aber das Gegentheil. Der Widerspruch in den Erscheinungen ist indeſs nur scheinbar, indem es nicht mehr darauf ankommt, durch plötzliches Erstarren eine homogene Beschaffenheit des Metallgemisches zu bewirken, welche sich bei so starken Massen nicht erzwingen läſst; sondern durch ein sehr langsames Erstarren eine möglichst regelmäſsige und gleich vertheilte Nebeneinanderlagerung der sich ausbildenden Verbindungen hervorzubringen. Ist

daher die Masse, woraus die Gufsform besteht, ein starker Wärmeleiter; so wird die strengflüssigere Verbindung schnell zum Erstarren gebracht und es tritt die sehr belehrende und über den Erfolg des Erstarrungsprozesses vieles Licht verbreitende Erscheinung ein, dafs sich, nachdem das Metall in der Form schon erstarrt ist, die ausgebildete leichtflüssigere Metallmischung in die Höhe begiebt und auf dem sogenannten verlornen Kopf des Geschützes aussprudelt. Statt sich zu senken und durch das Erstarren zusammen zu ziehen, scheint die Metallmischung vielmehr sich auszudehnen, indem sie in der Form in die Höhe steigt. Untersucht man den Zustand eines auf solche Art erstarrten Geschützes, so findet man die Bruchfläche voll Blasen und Höhlungen und das Geschütz ist unbrauchbar. Ein solches ausgequollenes Metallgemisch, — welches eine weifse Farbe hat und grofse Sprödigkeit besitzt, — fand ich aus 21 Zinn und 79 Kupfer zusammengesetzt, welches, nach den Verhältnifsgewichten von Berzelius, mit einem Gemisch aus 1 M. G. Zinn und 7 M. G. Kupfer fast ganz genau übereinstimmt. — Ist die Formmasse, — wie dies bei der neueren Giefsmethode der Fall ist, — mit eisernen Formkapseln umgeben, so erhitzen sich dieselben nach dem Gufs jedesmal sehr stark, sobald die eben erwähnten Erscheinungen des Aufsteigens der leichtflüssigeren Metallmischung eintreten. Wählt man aber die ältere Formmethode in Lehm, oder bedient man sich beim Kapselgufs einer möglichst wenig Wärme leitenden und dichten, wenig porösen Formmasse; so erhitzen sich die eisernen Formkapseln nicht, das Metall senkt sich und erstarrt ohne dafs ein Aufsteigen der leichtflüssigeren Metallmischung statt fände. Das Metallgemisch wird länger flüssig erhalten, indem es eines drei bis viermal längeren Zeitraumes zum Erstarren bedarf, so dafs das strengflüssigere Metallgemisch, im Augenblick der Bildung nicht plötzlich erstarrt, sondern dem leichtflüssigeren Metallgemisch noch Wärme entzieht, wodurch eine regelmäfsige Nebeneinanderlagerung dieser beiden Verbindungen herbeigeführt wird. Beide Verbindungen stellen sich auf der frischen Bruchfläche, schon dem unbewaffneten Auge, sehr auffallend dar. Die chemische Zusammensetzung der strengflüssigeren Verbindung läfst sich nicht ausmitteln, weil es nicht möglich ist, dies rothe und zähe Metallgemisch von dem mechanisch eingeflochtenen weifsen und spröden

zu trennen. Das letztere kann man aber rein erhalten, indem es sich wegen seiner Leichtflüssigkeit zum Theil in die Formmasse zieht, wenn das strengflüssigere Gemisch schon erstarrt ist, so dafs es von der mechanischen Verbindung mit dem letzteren frei bleibt. Dieses weifse, spröde und harte, von den Geschützgiefsern so genannte Krätzmetall, habe ich aus 17,7 Zinn und 82,3 Kupfer zusammengesetzt gefunden, eine Zusammensetzung die, nach den Verhältnifsgewichten von Berzelius, mit einem Gemisch aus 1 M. G. Zinn und 9 M. G. Kupfer ganz genau übereinstimmt. Es bilden sich also leichtflüssige Verbindungen von Zinn und Kupfer nach zwar bestimmten, aber sehr verschiedenen Verhältnissen aus, bei denen der Kupfergehalt in dem Grade wächst, wie die Erstarrung beschleunigt wird. In einem solchen Erfolge mögte auch der Grund zu suchen seyn, warum sich, nach den Erfahrungen der Artilleristen, die Stücken von schwererem Kaliber nie so dauerhaft zeigen als die von schwächerem, wenn sie nicht allein aus einem auf dieselbe Art zusammengesetzten Metallgemisch, sondern auch gleichzeitig bei einem und demselben Gufs angefertigt werden. Die Seele des schweren Geschützes ist weicher und erweitert sich daher durch den Gebrauch schneller als die Seele des Geschützes von leichteren Kaliber, weil das Geschütz von schwererem Kaliber beim Gufs eine ungleich gröfsere und weit langsamer erkaltende Masse darbietet, in welcher die durch das langsame Erkalten entstehende leichtflüssige Metallmischung weniger Zinn enthält, folglich weicher ist, als die leichtflüssige Verbindung, welche bei dem schnelleren Erstarren gebildet wird.

So führen also auch diese Erscheinungen zu dem Resultat, dafs nicht allein die Mischungsverhältnisse der entstehenden Verbindungen, in manchen Fällen durch die Temperaturverschiedenheiten bestimmt werden, sondern dafs auch schon entstandene Verbindungen, durch blofses Glühen, eine Veränderung ihres Mischungsverhältnisses erleiden können, ohne dafs ein flüssiger Zustand der Mischung, oder die Entwickelung gasartiger Stoffe nothwendig erfordert wird.

Ueber
# den Saigerhüttenprozefs.

Von
Hrn. KARSTEN.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 19. Februar 1824.]

Schon seit einigen Jahrhunderten wird der Saigerhüttenprozefs, mit unwesentlichen Abänderungen, fast eben so ausgeübt, wie Agrikola, Erker und Löhneys ihn beschreiben. So einfach die Saigerarbeit erscheint, so mögte sie doch zu den schwierigsten und in ihren Gründen am wenigsten erkannten metallurgischen Operationen zu zählen seyn, und kaum ist es zu glauben, dafs sie einem anderen Umstande als dem Zufall ihre Entstehung verdankt. Die Geschichte des Saigerhüttenbetriebes vor Agrikola's Zeit kennen wir nicht und daher läfst sich auch nicht mehr ausmitteln, welche Vervollkommnungen und Verbesserungen dieser Prozefs nach und nach erhalten haben mag, bis ihm der Grad von Vollkommenheit zu Theil ward, in welchem wir ihn in der Mitte des sechszehnten Jahrhunderts erblicken.

Der Zweck der Saigerhüttenarbeit ist die Trennung des Silbers von dem silberhaltigen Kupfer, vermittelst des Bleies. Man erreicht ihn dadurch, dafs man das Kupfer mit einer angemessenen Menge Blei verbindet und die entstandene Verbindung auf eine eigenthümliche Weise wieder aufhebt. Das Silber trennt sich dabei vom Kupfer, indem es sich mit dem Blei vereinigt, in dessen Verbindung es im flüssigen Zustande, bei einem gewissen Temperaturgrade, das alsdann noch starr bleibende Kupfer verläfst. Es liegt also diesem Prozefs eigentlich die Absicht zum Grunde, den Silbergehalt des Kupfers mit Blei in Verbindung zu bringen, weil diese Metallmischung sich durch einen einfachen, aber sehr sinnreichen Oxydationsprozefs, der unter dem Namen der

Treibarbeit bekannt ist, leicht aufheben und auf diese Weise das Silber rein darstellen läfst, welches in Vereinigung mit dem ungleich strengflüssigeren und weniger oxydablen Kupfer nicht geschehen konnte.

Sehr einfach würde der Saigerprozefs seyn, wenn die Verbindung von Blei und Kupfer, in einer Temperatur, welche zum Flüssigwerden des Kupfers noch nicht hinreicht, vollständig wieder aufgehoben werden könnte. Die Trennung beider Metalle ist aber nur bis zu einem gewissen Verhältnifs durch die Saigerung zu bewirken. Einen Theil des in dem abgesaigerten Metallgemisch, oder in dem Kiehnstock zurückgebliebenem silberhaltigen Bleies, sucht man durch starkes Glühen, unter Zutritt von atmosphärischer Luft, oder durch die sogenannte Darrarbeit zu gewinnen. Ein andrer Theil läfst sich aber auch auf diese Weise aus dem Kiehnstock nicht abscheiden, sondern der Bleigehalt des abgedarrten Kiehnstocks, oder des Darrlings, mufs durch Einschmelzen des bleihaltigen Kupfers vor dem Gebläse, oder durch das sogenannte Gaarmachen, entfernt werden.

Die Entsilberung des Kupfers wird folglich durch die Operationen des Frischens, des Saigerns, des Darrens, des Treibens und des Gaarmachens verrichtet. Bei einer jeden dieser Operationen fallen Zwischenprodukte verschiedener Art, welche unter dem Namen der Dörner oder Krätzen bekannt sind. Durch sie wird der Saigerhüttenprozefs sehr verwickelt und kostbar und seine Ausführbarkeit in ökonomischer Rücksicht zum grofsen Theil von ihrer zweckmäfsigen Benutzung abhängig.

Die Verwandtschaft des Bleies zum Silber scheint, wenn das Resultat des Prozesses das Anhalten zur Beurtheilung geben soll, — und das ist es ja, welches bei allen Verwandtschaftserfolgen zum Grunde gelegt wird, — so bedeutend gröfser zu seyn, als die des Kupfers zum Silber, dafs die letztere fast als verschwindend erscheint. Der Rückhalt an Silber im Kupfer steht daher auch beinahe im Verhältnifs zu der Menge Blei, welche nach dem Darren mit dem Kupfer verbunden bleibt. Sehr silberreiches Kupfer läfst sich deshalb durch eine einmalige Saigerung nicht entsilbern, vorzüglich weil das Verhältnifs des Bleies zum Kupfer beim Frischen, aus technischen und ökonomischen Gründen, nicht über eine gewisse Gränze hinaus vergröfsert werden darf.

Die theoretischen Gründe worauf der Saigerhüttenprozefs beruht, werden sich bei der Betrachtung der einzelnen Arbeiten, durch welche die Silberscheidung bewirkt wird, besser übersehen lassen.

1. Das Frischen. So heifst die Operation, durch welche die Verbindung des silberhaltigen Kupfers mit Blei bezweckt, und welche in der Regel in einem gewöhnlichen Krummofen verrichtet wird. Dem durch dieses Schmelzen erhaltenen Metallgemisch giebt man die Gestalt von Scheiben, deren Form und Gröfse nicht so gleichgültig sind, als es scheinen könnte. Nur durch die Scheibenform der Frischstücke läfst sich, ohne grofse Schwierigkeit, eine so vollständige Aussonderung des silberhaltigen Bleies durch die Saigerung bewirken, als es die Natur dieses Prozesses überhaupt zulässig macht. Aber wichtiger noch, als Gestalt und Gröfse der Frischstücken, ist das Verhältnifs des Bleies zum Kupfer. Je geringer dieses seyn kann, mit desto gröfserem Vortheil würde der Saigerhüttenprozefs, unter übrigens gleichen Umständen, ausgeübt werden, weil sich mit dem vergröfserten Verhältnifs des Bleies auch die Menge der Zwischenprodukte bei den verschiedenen Arbeiten vermehren mufs. Die möglichst reine Abscheidung des Silbers fordert dagegen die möglichste Vergröfserung des Verhältnisses des Bleies zum Kupfer, weil der Rückhalt an Silber mit dem in den Darrlingen zurückbleibenden Blei im Verhältnifs steht. Das Beschickungsverhältnifs beider Metalle würde daher, diesen beiden Rücksichten gemäfs, für jeden einzelnen Fall gewählt werden müssen, wenn nicht ein andrer Umstand hinzuträte, welcher jenes Verhältnifs noch näher bestimmte. Eine wenigstens hundertjährige Erfahrung hat nämlich gelehrt, dafs die Saigerung am besten von statten geht, wenn Kupfer und Blei in den Frischstücken in dem Verhältnifs von 3 zu 10, oder auch von 3 zu 11 vorhanden sind, und dafs bei einem bedeutend gröfseren Verhältnifs des Bleies, zu leicht ein Flüssigwerden der Frischstücken herbeigeführt, und bei einem bedeutend geringeren Verhältnifs, wegen der gleich anfänglich erforderlichen grofsen Hitze, ebenfalls eine Schmelzung der Frischstücken veranlafst werden würde. Obgleich der Erfolg in beiden Fällen, wenigstens bis zu einer gewissen Gränze beider Verhältnisse, keinen chemischen Grund hat; so bleibt es doch merkwürdig, dafs eine so alte Er-

fahrung schon das Verhältnifs von 3 zu 10 als das beste kennen gelehrt hat, indem dasselbe ziemlich genau mit den chemischen Mischungsgewichten des Kupfers und des Bleies übereinstimmt.

Von welcher Art ist aber die Verbindung, welche durch das Zusammenschmelzen von Kupfer und Blei, in dem Verhältnifs von 3 zu 10 oder zu 11 erhalten wird? So lange sie sich im geschmolzenen oder flüssigen Zustande befindet, mufs sie wegen ihrer völligen Gleichartigkeit als eine vollkommene chemische Vereinigung beider Metalle angesehen werden. Erkaltet sie schnell, wie dies im Stichheerd immer der Fall ist, indem man die Erstarrung des Frischstücks durch Begiefsen mit Wasser zu befördern sucht, so bleibt die Gleichartigkeit der Masse bei. Wird die Erstarrung, unter Zutritt der atmosphärischen Luft absichtlich verzögert, so tritt eine Ungleichartigkeit der Mischung ein, indem sich die Oberfläche bald mit einer Kupferoxydul haltenden und immer stärker werdenden Lage von Bleioxyd bedeckt, ein Erfolg, welcher später durch die Erscheinungen beim Gaarmachen seine Erklärung finden wird. Durch ein höchst langsames Erkalten der geschmolzenen Masse in bedeckten Tiegeln, scheint zwar wirklich eine weichere, bleihaltigere Verbindung, welche die untere Schicht bildet, und eine härtere, kupferhaltigere, die den oberen Theil des Regulus ausmacht, gebildet zu werden; aber das langsame Erstarren der flüssigen Masse allein, ist, bei dem Verhältnifs des Bleies zum Kupfer, wie es in den Saigerstücken statt findet, noch nicht genügend, die Verbindungen nach bestimmten Mischungsverhältnissen vollständig auszubilden, weil das Verhältnifs des Bleies zu grofs ist, als dafs sich die Kohäsionskraft des nach bestimmten Mischungsgewichten strebenden Gemisches aus Kupfer und Blei, kräftig äufsern könnte. Es scheint hier dasselbe Verhalten statt zu finden, welches das d'Arcetsche Metallgemisch aus Kupfer und Zinn befolgt.

2. Das Saigern. Was durch langsames Erstarren eines Metallgemisches, woraus das zu saigernde Frischstück zusammengesetzt ist, nur höchst unvollkommen bewirkt werden konnte, wird ungleich vollständiger erreicht, wenn das Frischstück, — wie es beim Saigern der Fall ist, — einer Glühhitze ausgesetzt wird, welche die Kupferschmelz-

hitze noch nicht erreicht. Ob die leichtflüssige Verbindung, welche sich durch die Operation des Saigerns von dem auf den Saigerscharten zurück bleibenden strengflüssigeren Metallgemisch trennt, reines Blei, oder ob sie eine, nach bestimmten und unveränderlichen Mischungsgewichten zusammengesetzte Verbindung von vielem Blei mit wenig Kupfer ist, ändert in der Erklärung der Erscheinungen welche beim Saigern vorgehen, nichts ab. Immer sehen wir in einem homogenen Metallgemisch, durch das Glühen, zwei Verbindungen sich ausbilden, von denen die eine ungleich strengflüssiger ist als die andere, so daſs sie durch diese Eigenschaft zugleich Veranlassung zur Trennung geben. Die Möglichkeit der Trennung setzt aber eine Veränderung in den Mischungsverhältnissen voraus; die Abscheidung des Bleies, oder vielmehr des kupferhaltenden Bleies, ist also nicht das Wesentliche des Prozesses, sondern ein denselben begleitender und in den Eigenschaften der gebildeten Mischungen begründeter Erfolg desselben. Daſs er wirklich in der angegebenen Art eintritt, davon kann man sich eine genügende Ueberzeugung verschaffen, wenn man ein, aus drei Theilen Kupfer und zehn Theilen Blei bestehendes Metallgemisch, in einer eisernen Form zu einem Zain ausgieſst und schnell zur Erstarrung bringt. Das Gemisch ist vollkommen gleichartig und stellt eine chemische Verbindung beider Metalle dar. Wird dieser Zain sorgfältig in einer anhaltenden Glühhitze erhalten, welche noch nicht zureichend ist um das Gemisch zum Schmelzen zu bringen, so ist der Erfolg des Glühens höchst verschieden, je nachdem der glühende Zain plötzlich oder langsam erkaltet. Beim langsamen Abkühlen an der Luft, behält er auf der Bruchfläche dasselbe homogene Ansehen, welches er vor dem Glühen besaſs. Beim plötzlichen Erkalten (durch Ablöschen im Wasser) zeigen sich auf der Bruchfläche ganz bestimmt zwei verschiedene Metallmischungen, welche sich an der rothen und an der grauen Farbe sehr deutlich unterscheiden lassen. Die Glühhitze hatte also eine Trennung bewirkt, welche bei der langsamen Abkühlung wieder aufgehoben ward. Diese Trennung tritt folglich vor dem Flüssigwerden der Mischung ein und sie würde sogar verhindert werden, sobald das Gemisch den Zustand der Flüssigkeit erlangt, wenn nicht durch eine besondere Vorrichtung die im flüssigen Zustande sich

trennende leichtflüssigere Verbindung, von der strengflüssigeren Metallmischung entfernt würde.

Das Resultat der Saigerung sind die sogenannten Werke, nämlich silberhaltiges Blei, welches sich im flüssigen Zustande abgeschieden hat, und die unter dem Namen des Kiehnstocks bekannte Verbindung von Kupfer und Blei, welche sich durch Glühen nicht weiter trennen läfst und im starren Zustande auf dem Saigerheerde zurück bleibt. Die Zusammensetzung der Werke und Kiehnstöcke würde daher über den Erfolg des Saigerprozesses Aufschlufs geben müssen. Von den bei einer und derselben Saigerung niedergeschmolzenen Werken wurden in sieben verschiedenen Perioden, nämlich zu Anfange und zu Ende des Prozesses, und aufserdem etwa von dreifsig zu dreifsig Minuten, mit grofser Sorgfalt Schöpfproben genommen, in denen ein ziemlich gleich bleibendes Verhältnifs des Kupfers zum Blei gefunden ward [1]. Dies Verhältnifs würde am mehrsten mit einer Verbindung aus zwölf Mischunsgewichten Blei und einem Mischungsgewicht Kupfer übereinstimmen, einer Verbindung, deren Vorhandenseyn gerade nicht sehr grofse Wahrscheinlichkeit für sich hat und daher aus dem Erfolg dieser Untersuchungen nicht mit Zuverlässigkeit angenommen werden darf. Auch der Silbergehalt der Werke zeigte keine bedeutende Verschiedenheit [2]. Beide Erfolge beweisen aber wenigstens, dafs die Scheidung der Metallgemische bei der Saigerung, vom Anfange bis zu Ende derselben, nach einem

---

(1) Die Zusammensetzung der Werke geht aus folgender Zusammenstellung hervor, in welcher No. 1 die zu Anfange, und No. 7 die zu Ende der Saigerung gefallenen Werke bezeichnen

| | No. 1. | No. 2. | No. 3. | No. 4. | No. 5. | No. 6. | No. 7. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Blei | 97, 8 | 97, 9 | 97, 3 | 97, 6 | 97, 1 | 97, 5 | 97, 3. |
| Kupfer | 2, 2 | 2, 1 | 2, 7 | 2, 3 | 2, 8 | 2, 5 | 2, 7. |

(2) Der Silbergehalt (nach Lothen in 200 Pf. Werken) war folgender:

| No. 1. | No. 2. | No. 3. | No. 4. | No. 5. | No. 6. | No. 7. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 10, 5 | 10, 5 | 10, 75 | 10, 75 | 10, 75 | 10, 8 | 10, 8. |

und demselben Gesetz statt findet, und dafs schwerlich eine mechanisch wirkende Kraft diese Scheidung hervorbringt.

Die Zusammensetzung der Kiehnstöcke sollte freilich, wenn die Saigerung vollständig erfolgt ist, von der Art seyn, dafs sich daraus das bestimmte Mischungsverhältnifs, nach welchem beide Metalle bei der Saigerung streben, erkennen liefse. Es leuchtet aber ein, dafs es schwerlich gelingen kann, dies Mischungsverhältnifs mit völliger Zuverlässigkeit aufzufinden, weil der Saigerprozefs in jedem Augenblick unterbrochen werden kann und weil diese Unterbrechung in der Ausübung wirklich statt findet, indem die Trennung der letzten Antheile Werke eine sehr grofse Hitze erfordert, bei welcher man den ganzen Kiehnstock in Fluss zu bringen, und die Werke durch einen zu grofsen Kupfergehalt zu verunreinigen fürchtet. Dies ist der Grund warum in den von mir untersuchten Kiehnstöcken, der Kupfergehalt von 67, 1 bis 75, 4 und der Bleigehalt von 32, 9 bis 24, 6 differirend gefunden ward. Dafs sich bei so abweichenden Verhältnissen kein bestimmtes Mischungsverhältnifs durch Vergleichung der Analysen ausmitteln läfst, bedarf keiner Erwähnung; aber es ist klar, dafs sich der Kiehnstock dem gesuchten bestimmten Mischungsverhältnifs am mehrsten nähert, in welchem das Verhältnifs des Bleies das kleinste ist. Wäre es erlaubt, auf einer Vermuthung eine zweite zu begründen, so würde man die wahre Zusammensetzung eines ganz vollkommen abgesaigerten Kiehnstocks aus zwölf Mischungsgewichten Kupfer und einem Mischungsgewicht Blei anzunehmen haben. Ein so zusammengesetzter Kiehnstock müfste 21, 43 Prozent Blei enthalten, so dafs sich das Frischstück bei der Saigerung in zwei Verbindungen zerlegte, von denen die eine aus 12 M. G. Blei und 1 M. G. Kupfer, und die zweite aus 12 M. G. Kupfer und 1 M. G. Blei bestände. Ein solcher Erfolg würde zugleich einen schönen Aufschlufs darüber geben, warum nach uralter Erfahrung, die Saigerung am besten von statten geht, wenn die Frischstücken aus 1 M. G. Blei und 1 M. G. Kupfer zusammengesetzt sind.

Wenn die abgesaigerten Kiehnstöcke im glühenden Zustande mit Wasser begossen werden, lassen sie, bei einem gewissen Grade der Temperatur, aber nicht wenn sie noch zu heifs oder schon zu kalt sind, aber-

mals Werke fallen, so dafs es scheint als ob die Saigerung von Neuem wieder beginnen wollte. Diese Erscheinung ist ganz dazu geeignet, über den Vorgang beim Saigerprozefs mehr Licht zu verbreiten. In der zu grofsen Hitze hat sich nämlich eine allgemeine Verbindung von Kupfer und Blei gebildet, welche durch das plötzliche Ablöschen mit Wasser zum Erstarren gebracht wird. Durch die allmälige Abnahme der Temperatur konnten sich die bestimmten Verbindungen schon wieder ausbilden, und wenn der Kiehnstock in diesem Zustande mit Wasser begossen wird, mufste die leichtflüssigere Verbindung, beim plötzlichen Zusammenziehen der erkaltenden strengflüssigeren Mischung, mechanisch ausgeprefst werden; eine Wirkung die man deutlich eintreten sieht, wenn man den Vorgang genau beobachtet, indem die Bleikörner recht eigentlich tropfenweise ausschwitzen. Warum dies Ausschwitzen von Werken nicht statt findet, wenn der Kiehnstock schon zu sehr abgekühlt ist, bedarf der Erklärung nicht; wohl aber mufs es bemerkt werden, dafs ein solcher Kiehnstock beim neuen Glühen abermals wieder Werke fallen läfst, welche sich beim langsamen Abkühlen gebildet hatten und durch die allmälig erfolgte Erstarrung nicht ausgeprefst wurden, sondern sich gleichförmig in der ganzen Masse des Kiehnstocks verbreiteten. Die Werke welche beim Begiefsen der glühenden Kiehnstöcke mit Wasser ausgeprefst werden, enthalten 2, 9 Prozent Kupfer und sind also etwas kupferhaltiger als die reinen Saigerwerke; indefs kann dieser unbedeutend gröfsere Gehalt auch zufällig seyn. Dies ist um so wahrscheinlicher, als in den Werken, welche beim abermaligen Erhitzen der abgesaigerten Kiehnstöcke erhalten werden, bei der Untersuchung ebenfalls nur ein Kupfergehalt von 2, 39 Prozent gefunden ward.

Diese Erscheinungen geben aber auch zugleich darüber einen Aufschlufs, warum es nicht möglich ist, die Frischstücke vollständig zu saigern, d. h. zu dem bestimmten Mischungsverhältnifs des Kupfers und Bleies in den Kiehnstöcken zurückzuführen. Die letzten Antheile der leichtflüssigen Mischung erfordern nämlich, zur völligen Trennung, schon eine starke Hitze, weil sie von einer grofsen Menge der strengflüssigen Mischung umgeben sind. Deshalb wird eine zu schwache Hitze keine

Absaigerung mehr bewirken. Wird die Hitze aber zu sehr verstärkt, so werden die Verbindungen nach bestimmten Mischungsverhältnissen wieder zerstört und es wird dann die Saigerung aus chemischen Gründen unmöglich.

3. Das Darren. Läfst sich gleich die Gränze nicht genau bestimmen, bis zu welcher die Ausscheidung des Bleies aus dem Frischstück durch das Saigern noch möglich ist, und beruht es gleich nur auf Vermuthung, dafs die Entbleiung durch die vollständigste Saigerung nur bis zu einem Bleigehalt des Kiehnstocks von 21, 43 Prozent gebracht werden kann; so ist doch so viel gewifs, dafs eine solche Gränze vorhanden ist und dafs der ganze Prozefs des Saigerns schon unter dieser Gränze durch zu starke Temperaturerhöhung, welche die Schmelzhitze des Kupfers noch nicht erreicht, gänzlich unterbrochen wird. Wahrscheinlich ist es eine Folge der gegen das Ende der Saigerarbeit zu sehr verstärkten Hitze, dafs die am besten abgesaigerten Kiehnstöcke noch einen Bleigehalt von 24 bis 28 Prozent behalten und dadurch zu einer noch gröfseren Unvollkommenheit des Scheidungsverfahrens, als die Natur desselben schon ohnedies mit sich bringt, Veranlassung geben. Um einen so grofsen Gehalt an Blei, und in demselben Verhältnifs auch an Silber, nicht zu verlieren, werden die Kiehnstöcke zum Darren abgegeben. So nothwendig es war, die Frischstücken beim Saigern mit Kohle zu umgeben und den Zutritt der unzerlegten atmosphärischen Luft möglichst abzuhalten; eben so nothwendig ist es, den Kiehnstöcken beim Darren jedes Reduktionsmittel zu entziehen und die Erhitzung durch Flammenfeuer und mit Luftzutritt zu bewirken. Im Darrofen werden die Kiehnstöcke einer ungleich gröfseren Hitze, als auf den Saigerheerden gegen das Ende der Saigerarbeit, ausgesetzt. Nur zu Anfange der Darrarbeit darf das Feuer nicht zu stark seyn, weil die Kiehnstöcke wie vorhin erwähnt, noch Werke fallen lassen, die sich beim Erkalten auf den Saigerscharten in der Masse des Kiehnstocks ausgebildet hatten. Eine zu schnell gesteigerte Hitze im Darrofen würde durch das Zurückführen zu einer allgemeinen Verbindung, das Schmelzen des Kiehnstocks bewirken. Erst wenn keine Werke mehr niedertropfen, sondern wenn, statt des regulinischen Metalles, ein verkalktes

Metallgemisch, welches den Namen Darrost erhalten hat, in den Darrgassen häufiger zum Vorschein kommt, kann die Hitze ohne Nachtheil verstärkt werden. Gewöhnlich zeigt sich erst in fünf bis sechs Stunden nach dem erfolgten Anstecken des Ofens, der erste Darrost. Dies oxydirte Metallgemisch fliefst, bei starker Hitze und unter geöffneten Zügen in dem Gewölbe des Ofens, neun bis zehn Stunden lang ununterbrochen in den Darrgassen nieder. Dann tritt ein Zeitpunkt ein, wo es sparsamer zum Vorschein kommt. Die Zugöffnungen werden alsdann geschlossen, wodurch die Hitze im Ofen wegen der Verminderung des Luftzuges geschwächt wird, obgleich mit der Feurung in den Darrgassen ununterbrochen fortgefahren werden mufs. In diesem Zustande des gedämpften Zuges wird der Ofen drei bis vier Stunden lang erhalten. Während dieses Zeitraums tropft der Darrost weniger häufig in den Gassen nieder. Sobald er in gröfserer Menge zum Vorschein kommt, werden die Luftzüge im Gewölbe wieder geöffnet, wodurch die Hitze verstärkt und das Abfliefsen des Darrostes befördert wird. Nach Verlauf von sechs bis acht Stunden nach wieder geöffneten Zügen, pflegt keine Absonderung des Darrostes mehr statt zu finden, weshalb die abgedarrten Kiehnstöcke, oder die Darrlinge, noch glühend ausgebrochen und in einen mit Wasser angefüllten Sumpf geworfen werden, um durch das plötzliche Ablöschen, die Ablösung des fast im verglasten Zustande sich befindenden Kupferoxyds (Pickschiefers) von der Oberfläche des Darrlings zu erleichtern.

Die Produkte des Darrens, welche Aufschlufs über den Vorgang bei diesem Prozefs geben sollen, sind also Darrlinge, Darrost und Pickschiefer. Die verschiedenen Darrlinge welche ich untersucht habe, zeigten einen abweichenden Gehalt an Kupfer von 82, 7 bis 90, 6 und an Blei von 17, 3 bis 9, 4 Prozent. Der Darrling ist also keine bestimmte chemische Verbindung von Kupfer und Blei, sondern es hängt von der gröfseren oder geringeren Vollkommenheit ab, womit der Darrprozefs ausgeübt wird, ob sich das Blei mehr oder weniger vollständig ausscheidet.

Der Pickschiefer ist ein mechanisches Gemenge von regulinischem Kupfer, welches beim Ablösen vom Darrling als eine feine Schaale

am Pickschiefer hängen bleibt, ferner von Kupferoxyd, von Kupferoxydul und von Bleioxyd. Das Kupferoxyd ist der überwiegendste Gemengtheil und beträgt 60 bis 70 Prozent. Ganz reiner Pickschiefer, welcher beim Ablöschen des Darrlings im Wasser von selbst abfällt, besteht fast ganz aus Kupferoxyd.

Die Zusammensetzung des Darrostes nähert sich im Allgemeinen der eines Silikats, dessen Basen Bleioxyd und Kupferoxydul, nebst etwas Thonerde und Eisenoxydul sind. Er würde eine Verbindung von Bleioxyd mit Kupferoxydul seyn, wenn das in den Darrgassen herabschmelzende oxydirte Metallgemisch, nicht den Lehm oder Thon, woraus die Ofensohle und Bänke aufgeführt werden, auflösete. Von der veränderlichen Beschaffenheit dieses Materials wird also auch die Verunreinigung der Metalloxyde im Darrost abhängig seyn.

Um einen vollständigen Aufschlufs über den Vorgang beim Darrprozefs zu erhalten, mufste nothwendig ausgemittelt werden, wie sich Kupfer und Bleioxyd, so wie Kupferoxyd und Blei, in verschlossenen Thontiegeln, ohne Zutritt von Kohle, beim Zusammenschmelzen verhalten würden. Die Versuche welche ich bei sehr abgeänderten Verhältnissen des Kupfers zum Bleioxyd, so wie des Kupferoxyds zum Blei angestellt habe, gaben mir das Resultat, dafs Blei und Kupferoxyd, so wie Bleioxyd und Kupfer sich nach einerlei Gesetz beim Zusammenschmelzen verhalten, dafs sie sich nämlich wechselseitig in der Art zersetzen, dafs in dem entstehenden oxydirten Gemisch, das Blei sechsmal so viel Sauerstoff als das Kupfer enthält und dafs diesem Gesetz gemäfs die Reduktion des Kupferoxyds oder des Bleioxyds theilweise erfolgen mufs.

Zur Untersuchung des Darrostes sind Proben angewendet worden, welche im Verlauf eines ganzen Darrprozesses, vom Anfange bis zu Ende desselben gesammelt wurden. Weil sich drei Hauptperioden des Prozesses annehmen lassen, nämlich das Darren in den ersten acht bis zehn Stunden bei geöffneten Zügen des Ofens, das Darren in den folgenden drei bis vier Stunden bei gedämpften Zügen, und das Darren in den letzten sechs bis acht Stunden, bei wieder geöffneten Zügen, so wurden auch die Darrostproben von diesen drei Stadien besonders

genommen, und zwar bei einem jeden vom Anfange bis zu Ende desselben [1]. Diese Analysen zeigen, dafs das Bleioxyd den gröfsten Bestandtheil des Darrostes ausmacht, dafs dasselbe in dem Darrost, welcher bei geschlossenen Zügen des Ofens erhalten wird, in der gröfsten Menge vorhanden ist und das sich der Bleioxydgehalt in dem Darrost vom Anfange bis zu Ende des ersten Stadii, fast in demselben Verhältnifs vermindert, wie in dem Darrost vom Anfange bis zu Ende des letzten Stadii. Der Gehalt an Kupferoxydul steht dabei weder im graden noch im umgekehrten Verhältnifs mit dem Bleioxydgehalt.

Nach diesen Erfahrungen mufs der Erfolg bei der Darrarbeit darin bestehen, dafs sich der Darrost durch die Einwirkung des regulinischen Bleies auf das Kupferoxyd bildet, womit sich die Oberfläche der Kiehn-

---

(1) Darrost von dem ersten Stadio, bei geöffneten Zügen

| | No. 1. | No. 2. | No. 3. |
|---|---|---|---|
| Bleioxyd | 84,2 | 78,5 | 76,50 |
| Kupferoxydul | 4,1 | 7,9 | 7,88 |
| Eisenoxydul | 0,4 | 0,5 | 0,50 |
| Thonerde | 1,1 | 1,7 | 1,80 |
| Kieselerde | 10,2 | 11,4 | 13,30 |

Darrost vom zweiten Stadio, bei geschlossenen Zügen

| | No. 1. | No. 2. |
|---|---|---|
| Bleioxyd | 79,8 | 85,1 |
| Kupferoxydul | 5,1 | 4,1 |
| Eisenoxydul | 0,4 | 0,3 |
| Thonerde | 1,2 | 1,0 |
| Kieselerde | 13,5 | 9,5 |

Darrost vom dritten Stadio, bei wieder geöffneten Zügen

| | No. 1. | No. 2. | No. 3. |
|---|---|---|---|
| Bleioxyd | 81,2 | 78,9 | 77,1 |
| Kupferoxydul | 4,3 | 6,3 | 7,6 |
| Eisenoxydul | 0,3 | 0,5 | 0,3 |
| Thonerde | 1,2 | 1,8 | 1,8 |
| Kieselerde | 13,0 | 12,5 | 13,2 |

stöcke in der starken Glühhitze überzieht. Ein bestimmtes Mischungsverhältniſs der oxydirten Masse kann aber deshalb nicht hervorgebracht werden, weil die hinzuströmende atmosphärische Luft das oxydablere Metall, — das Blei, — wenn es im Uebermaaſs vorhanden ist, auch vorzugsweise oxydiren wird. Das durch die Einwirkung des Bleies auf das Kupferoxyd sich bildende Metallgemisch, wird, in dem Augenblick des Entstehens, durch den Sauerstoff der Atmosphäre und in vielen Fällen auch zugleich durch die im Uebermaaſs vorhandene, durch die Oxydirung des Bleies sich bildende Glätte, wieder zerstört und hilft den Darrost mit bilden. Das Kupferoxyd, welches sich durch das Blei in Oxydul und in regulinisches Kupfer umändert, ist wirklich vorhanden, wie die Zusammensetzung des Pickschiefers zeigt, der die Oberfläche des Darrlings bekleidet. Der ganze Prozeſs geht also auf der Oberfläche der Kiehnstöcke vor und es bleibt nur zu erklären, woher das Blei kommt, welches alle diese Erscheinungen veranlaſst.

Ein vollständig abgesaigerter Kiehnstock stellt eine chemische Verbindung des Kupfers mit Blei, nach bestimmten und unabänderlichen Mischungsgewichten dar, welcher durch Glühen kein Blei mehr entzogen werden kann. Beim Darren erfolgt also die Verminderung des Bleigehaltes des Kiehnstocks offenbar nur dadurch, daſs sich das Blei nach und nach an die Oberfläche des Kiehnstocks begiebt, und dort theils durch das Kupferoxyd, welches sich auf der Oberfläche des glühenden Kiehnstocks gebildet hatte, theils durch die atmosphärische Luft oxydirt, und in Verbindung mit Kupferoxydul als Darrost abgeschieden wird. Es erfolgt hier also die Entmischung einer chemischen Verbindung, und sogar einer chemischen Verbindung nach bestimmten Mischungsverhältnissen, ungeachtet sich diese Verbindung nicht im flüssigen Zustande befindet. Dieser Erfolg läſst sich auf keine andere Weise erklären, als durch das Bestreben des Bleies, sich mit der ganzen Masse des Kupfers in der starken Glühhitze wieder in ein Gleichgewicht zu setzen, sobald dasselbe, durch die Einwirkung einer kräftiger wirkenden Potenz, als es die Verwandstchaftskraft des Kupfers zum Blei ist, auf irgend einem Punkte gestört wird. Die Wirkung des Sauerstoff, unterstützt durch die Glühhitze, ist stark genug, die nach bestimmten Mischungsgewich-

ten zusammengesetzte Verbindung des Kupfers mit Blei, auf der Oberfläche des Kiehnstocks aufzuheben. Diese Aufhebung zerstört aber das Gleichgewicht in der ganzen Masse, weshalb das Blei dasselbe in der glühenden Verbindung immer wieder herzustellen strebt und auf der Oberfläche des Kiehnstocks stets wieder abgeschieden wird, so dafs der Erfolg die Verminderung des Bleigehalts des Kiehnstocks seyn mufs.

Der Prozefs des Darrens giebt ein überzeugendes und lehrreiches Beispiel von Entmischungen, welche in einer gewissen Temperatur ohne einen flüssigen Zustand der Mischung statt finden können, so wie ferner von Verbindungen, welche sich in allen Verhältnissen, selbst in einer nach bestimmten Mischungsgewichten zusammengesezten Mischung, unter gewissen Umständen ausbilden. Betrachtet man genauer die Zusammensetzung des Darrostes in den verschiedenen Stadien des Darrprozesses, so ergiebt sich eine merkwürdige Uebereinstimmung zwischen dem Darrost vom ersten und vom dritten Stadio. Erwägt man, dafs der Darrost zu Ende des ersten Stadii immer reicher an Kupferoxydul ward, dafs er schon sparsamer niedertropfte und fast ganz zu fliefsen aufhörte; dafs im zweiten Stadio verhältnifsmäfsig nur wenig, aber an Bleioxyd reicherer Darrost erfolgte und dafs im dritten Stadio wieder ein starkes Niederfliefsen von Darrost, von derselben Zusammensetzung wie der vom ersten Stadio statt fand, so mufs man die Ursachen dieses Erfolges darin suchen, dafs sich das Blei aus der Mitte des Kiehnstocks nicht so schnell nach der Oberfläche begeben, oder sich vielmehr nicht so schnell gleichmäfsig in der ganzen Masse des Kupfers vertheilen konnte, um immer Darrost von gleicher Zusammensetzung zu bilden. Das mittlere Stadium des Darrprozesses hat also vorzüglich den Zweck der gleichmäfsigen Vertheilung des zurück gebliebenen Bleies in der ganzen Masse des Kiehnstocks, nnd dient zur Vorbereitung für das dritte Stadium.

Man sollte vermuthen, dafs der Silbergehalt des Bleies nicht mit in den Darrost übergehen, sondern dafs das oxydirte Silber bei der Einwirkung des Bleioxyds auf das Kupfer regulinisch wieder hergestellt würde. Die Erfahrung bestätigt diese Vermuthung nicht, indem der Pickschiefer fast zu den silberärmsten Abgängen gehört, welche bei dem ganzen Saigerhüttenprozefs vorkommen. Es liegt darin ein neuer Be-

weis, dafs das Silber, bei dem ganzen Prozefs des Saigerns dem Blei folgt und dafs die Verwandtschaft des Kupfers zum Silber im Vergleich zu der des Bleies zum Silber sehr unbedeutend ist.

4. Das Gaarmachen. Diese Operation hat den Zweck, das Kupfer von dem in den Darrlingen zurück gebliebenen Blei zu befreien. Sie wird dadurch verrichtet, dafs man die Darrlinge in einer Heerdgrube vor dem Gebläse einschmelzt und nach dem erfolgten Einschmelzen das Gebläse auf die flüssige Masse wirken läfst. Der Vorgang bei diesem Prozefs würde sich schwer erklären lassen, wenn nicht die Erscheinungen beim Darren darüber einen vollständigen Aufschlufs gegeben hätten. Das Gaarmachen ist in der That ein vollkommneres Darren, indem die Flüssigkeit der Masse die schnellere Wiederherstellung des Gleichgewichts zwischen dem Blei und Kupfer befördert. Wie beim Darren der ganze Entmischungsprozefs auf der Oberfläche des Kiehnstocks vor sich ging, so findet er beim Gaarmachen auf der Oberfläche der geschmolzenen Masse statt. Diese bedeckt sich mit Schlacke, welche man durch Abziehen, oder durch ein freies Ablaufenlassen entfernt. Die Analyse der Gaarschlacken zeigt, dafs sich das Verhältnifs des Kupferoxyduls zum Bleioxyd in allen Perioden der Arbeit verändert und zu Anfange des Gaarmachens am kleinsten, zu Ende des Prozesses aber am gröfsten ist ([1]). Die Gaarschlacke nähert sich übrigens in ihrer Zusammensetzung einem Bisilikat.

Das Uebereinstimmende des Vorganges beim Gaarmachen mit dem Erfolge beim Darren, liegt am Tage. Nur darin findet eine merkwür-

---

(1) No. 1. ist die Schlacke gleich vom Anfange der Arbeit; No. 2. und 3. sind von zwei mittleren Perioden und No. 4. ist nach dem Zuschützen des Gebläses, also nachdem das Kupfer für gaar erkannt war, genommen.

| | No. 1. | No. 2. | No. 3. | No. 4. |
|---|---|---|---|---|
| Bleioxyd | 67,4 | 62,1 | 54,8 | 51,7 |
| Kupferoxydul | 6,2 | 10,4 | 19,2 | 19,8 |
| Eisenoxydul | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,2 |
| Thonerde | 3.1 | 3,4 | 3,4 | 3,4 |
| Kieselerde | 22,3 | 22,9 | 21,4 | 23,9 |

dige Verschiedenheit statt, dafs die Gaarschlacke im Vergleich mit dem Darrost sehr wenig Silber enthält. Die Reduktion des mit dem Bleioxyd verbundenen Silberoxyds, welche in der Darrofenhitze nicht geschehen konnte, mufs also in der Schmelzhitze des Kupfers bewirkt, vielleicht auch dadurch veranlafst werden, dafs das oxydirte Gemisch länger auf der Oberfläche der metallischen Verbindung verweilt. Der Silbergehalt der Darrlinge ist also gröfstentheils als verloren zu betrachten, weil er in das Gaarkupfer mit übergeht, woraus die Nothwendigkeit eines möglichst vollständigen Abdarrens der Kiehnstöcke zur Verminderung des Silberrückhalts in den Gaarkupfern hervorgeht.

5. Das Treiben. Die Scheidung des Silbers vom Blei in den sogenannten Werken, geschieht bekanntlich auf die Weise, dafs die Werke geschmolzen und durch die Wirkung eines Gebläses auf die Oberfläche der geschmolzenen Masse, oxydirt werden, wobei das entstehende Oxyd stets entfernt wird, bis es sich endlich nicht mehr bildet und der Silbergehalt der Werke rein zurück bleibt.

Man wird sogleich die auffallende Uebereinstimmung des Gesetzes warnehmen, worauf die Treibarbeit und das Gaarmachen beruhen. Hier beabsichtigt man die Scheidung des Bleies vom Kupfer, dort die des Bleies vom Silber. Hier wie dort findet der Prozefs der Oxydation auf der Oberfläche der flüssigen Masse statt, und in beiden Fällen wird das Mischungsverhältnifs beider Metalle in jedem Augenblick in der ganzen Masse zerstört und wieder hergestellt. Weil aber das Silber ungleich weniger oxydabel ist wie das Kupfer, so geht auch bei der Treibarbeit ungleich weniger Silberoxyd in die Schlacke (Glätte) als beim Gaarmachen Kupferoxydul in die Gaarschlacke geführt wird.

Deutlicher lassen sich die Erfolge bei der Treibarbeit und das Verhalten, welches die Metallmischung dabei befolgt, dann warnehmen, wenn das Verhältnifs des Silbers zum Blei sehr grofs ist, oder wenn dem Silber die letzten Antheile Blei entzogen werden sollen, wie es beim Feinbrennen des Silbers geschieht. Das Blei oxydirt sich auf der Oberfläche des flüssigen Silbers, zieht als Glätte in die Heerdmasse und stellt in der ganzen Metallmischung immer wieder ein gleiches, sich stets verminderndes Mischungsverhältnifs dar. Befindet sich glühende

Kohle auf der Oberfläche des flüssigen Metalles, so wird, auch bei der Einwirkung der Gebläseluft, die Abscheidung des Bleies unmöglich, oder das Silber läſst sich alsdann nicht feinbrennen, weil keine Oxydation auf der Oberfläche der Masse vorgehen kann.

Die verschiedenen, bei der Saigerarbeit vorkommenden metallurgischen Prozesse geben daher sehr interessante, und, wie es scheint, bisher nicht beachtete, wenigstens in ihren Gründen nicht gehörig erkannte Beispiele, von der Art und Weise, wie Mischungen und Entmischungen in der erhöheten Temperatur unter gewissen Umständen erfolgen. Es leuchtet aus dem Vorgetragenen aber auch ein, wie unrichtig die gewöhnliche Ansicht ist, die Operation des Darrens als eine Fortsetzung des Saigerprozesses zu betrachten. Beim Saigern soll eine chemische Verbindung nach unbestimmten Mischungsverhältnissen, durch das Glühen, zu Verbindungen nach bestimmten Mischungsgewichten zurück geführt; beim Darren hingegen soll eine chemische Verbindung nach bestimmten Mischungsverhältnissen, durch Glühen, unter Zutritt der atmosphärischen Luft, mehr oder weniger vollständig entmischt werden.



# Versuche und Beobachtungen
über
## den Einfluſs der Düngungsmittel. auf die Erzeugung der nähern Bestandtheile der Getreidearten.

Von
Hrn. SIGISM. FRIEDR. HERMBSTÄDT.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 22. Juli 1824.]

### Einleitung.

Die Pflanzen sind, gleich den Thieren, organische belebte Geschöpfe; sie müssen daher auch in den Funktionen, welche von ihrer Lebensthätigkeit abhangen, mit den Thieren mehr oder weniger übereinkommen. Gleich den Thieren sind die Pflanzen mit eigenen, unter sich selbst verschiedenen Organen begabt; und diese sind dazu bestimmt, diejenigen Verrichtungen derselben, im lebenden Zustande, auszuüben, ohne welche ihre Gesundheit, ihr Gedeihen, ihre Massenerweiterung und ihre Fruchtbarkeit nicht möglich seyn könnte.

Der Keim zur künftigen Pflanze ist im befruchteten Samenkorn derselben gegeben. Pflanzen, welche nicht des Samenkorns zu ihrer Vervielfältigung bedürfen, sondern durch Blätter und Stecklinge fortgepflanzt werden können, wie die Cactusarten, die Stapelien u. s. w., ja selbst mehrere Stauden-, Strauch- und Baumgewächse, scheinen einen polypenartigen Karakter zu besitzen.

Bei denjenigen Pflanzen, welche nur allein aus Samen fortgepflanzt werden können, bedarf das Samenkorn derselben reizender Potenzen zur Belebung und Entwickelung des schlafenden Keims, wenn er zur Pflanze ausgebildet werden soll. Ist aber die Belebung und erste Entwickelung

des Keims erfolgt: dann bedarf derselbe die ihm angemessenen Nahrungsmittel zur fernern Ausbildung und Gestaltung der einzelnen Organe, die den Habitus der Pflanze begründen.

Das Samenkorn der Pflanzen zeigt eine groſse Uebereinstimmung mit dem Ei eines Vogels. Im Ei des Vogels bemerkt man, von Auſsen nach Innen betrachtet: 1. die harte aber poröse Schale; 2. das Eiweiſs, welches durch eine dünne Haut von der äuſsern Schale getrennet ist; 3. den Eidotter, wieder mit einer dünnen Haut umgeben; 4. den Keimpunkt in dem Dotter eingeschlossen, aus welchem das werdende Geschöpf sich gestaltet.

Beim Ei des Vogels sind: 1. vorausgegangene Befruchtung desselben; 2. eine Temperatur von 28 bis 30 Grad Reaumür; 3. Einwirkung der atmosphärischen Luft, unerläſsliche Potenzen, ohne welche die belebende Entwickelung und körperliche Ausbildung des Embryo nicht erfolgen kann.

Bringt man ein befruchtetes frisches Hühner-Ei in einem Gefäſse mit ausgekochtem destillirten Wasser übergossen, und mit einem zweiten Gefäſs überstürzt, unter die Glocke einer Luftpumpe, so wird, nach dem Maſse der Verdünnung der äuſsern atmosphärischen Luft, eine bedeutende Menge gasförmiger Flüssigkeit aus den unsichtbaren Poren der Eierschale entwickelt.

Bringt man das seiner Luft beraubte Ei auf den vorigen Zustand der Trockenheit, so erscheint solches bedeutend im Gewicht vermehrt: der Raum der ausgetretenen Luft ist also durch eingedrungenes Wasser ersetzt worden.

Wird ein solches der eingeschlossenen Luft beraubtes Ei einem brütenden Huhn untergelegt, so wird das Embryo zwar entwickelt; es tritt aber nicht in das wirkliche Leben, kann also auch nicht ausgebrütet werden.

Die auf jenem Wege aus dem Ei entnommene Luft zeigt, durch die eudiometrische Prüfung, mittelst dem Voltaschen Eudiometer, nur sechs Procent Sauerstoffgas; das übrige ist Stickstoffgas mit einer unbedeutenden Menge kohlenstoffsaurem Gas gemengt.

Eier, die auſserhalb mit einem Firniſs überzogen und dadurch der von auſsen einwirkenden Luft beraubt worden sind, können nicht aus-

gebrütet werden; wie unser verehrter College Erman bereits vor mehreren Jahren bewiesen und ich durch vielfältige Versuche bestätigt gefunden habe.

Das Embryo im Ei wird auf solche Weise zwar entwickelt, tritt aber nicht in die lebende Ausbildung. Wärme allein ist also zur belebten Entwicklung des Embryo nicht hinreichend; sondern das Leben bedarf einer Mitwirkung der Luft von Aufsen nach Innen. Dafs die Respiration des Geschöpfes, innerhalb dem Ei, hierdurch begründet wird, ist wohl keinem Zweifel unterworfen.

Untersucht man Hühnereier, in verschiedenen Zeiträumen, während dem Bebrüten derselben: so siehet man den Dotter sich immer mehr vermindern, während das Eiweifs in eine dem Blute analoge rothe Flüssigkeit umgewandelt wird.

Der Dotter vermindert sich in dem Mafse, als die Ausbildung des jungen Geschöpfes im Ei vorschreitet. Zwei Tage vor seinem Durchbrechen durch die Schale, ist von dem Dotter nichts mehr zu bemerken. Der Dotter scheint also die erste Nahrung darzubieten, die dem Embryo, nach dem Eintritt ins bewegliche Leben, auf einem nicht weiter bekannten Wege, zugeführt wird; bis selbiges Kraft und Selbstthätigkeit genug bekommt, die äufsere harte Schale des Eies zu durchbrechen, um in das freie Leben eintreten zu können.

Die gröfste Aehnlichkeit mit den Eiern der Vögel, besitzen die Samenkörner der so genannten Oelpflanzen. Bei diesen findet sich jedes einzelne Samenkorn, von Aufsen nach Innen zu untersucht, bestehend aus: 1. einer mehr oder weniger harten porösen Schale; 2. einer unter derselben liegenden, dem geronnenen Eiweifs ähnlichen, zum Theil mit Oel durchdrungenen hautartigen Substanz; 3. im Mittelpunkte des Samenkorns, einer mit wenigem geronnen Pflanzen-Eiweifs gemengten Fettigkeit, in der 4. der Keimpunkt eingehüllet ist. Alle diese Materien sind mit einem leicht säuerbaren Schleim durchdrungen.

Statt dafs die Schale der Vogeleier eine Verbindnng von kohlenstoffsaurem und von phosphorsaurem Kalk, mit verhärtetem Eiweifs ausmacht, ist die äufsere Schale der Pflanzensamen mit Harz

und ätherischem Oel durchdrungen, welche Materien einen Schutz vor äufsern zerstörenden Einwirkungen gewähren.

Weniger Aehnlichkeit mit den Eiern der Vögel besitzen die Samenkörner der Getreidearten und der Hülsenfrüchte. Bei diesen findet sich, unter der äufsern mit vielem Schleim durchdrungenen Schale, der innere Kern, aus einem Gemenge von Amylon, von Kleber (*Triticin*) und Eiweifs gebildet. Der abgesondert darin vorhanden liegende Keimpunkt, enthält ein daraus scheidbares fettes Oel. Das Ganze, besonders die Schale und der mehlreiche Kern, sind mit Phosphorsäure und phosphorsaurem Kalk mehr oder weniger durchdrungen.

Bringt man frische gesunde Samenkörner in destillirtes Wasser, so dafs sie vollkommen damit bedeckt und von der äufsern einwirkenden Luft abgeschnitten sind: so quellen sie auf, der Keim wird entwickelt, aber er stirbt bald ab, und das Ganze geht in wenig Tagen in eine stinkende Jauche über.

Ist das Samenkorn hingegen nur so weit mit Wasser in Berührung gebracht, dafs drei Viertheile desselben über dem Wasser hervorstehen, also mit der äufsern Luft Gemeinschaft haben: so wird das Wasser sehr bald eingesaugt, der Keim entwickelt sich nach oben, die Wurzel nach unten, die junge Pflanze wächst empor; sie bildet endlich Zweige und Blätter, kommt selbst zur Blüthe; aber sie wird nie fruchtbringend.

So wie die junge Pflanze sich mehr ausbildet, bedarf sie eine Zeitlang blofs des Wassers und der Luft, um fort zu wachsen; aber der Wachsthum läfst nach, wenn, unter einer gläsernen Glocke eingeschlossen, das Sauerstoffgas der darin enthaltenen atmosphärischen Luft absorbirt worden ist.

Wird jene Operation im reinen Stickstoffgas, unter einer gläsernen Glocke eingeschlossen, veranstaltet, so kommt der entwickelte Keim nicht zur Ausbildung. Wird die Operation in atmosphärischer Luft veranstaltet, so bleibt ihr Gehalt an Stickstoffgas unverändert; das Sauerstoffgas verschwindet dagegen ganz, es wird kohlenstoffsaures Gas erzeugt, dessen Volum genau eben so viel beträgt, als das des verloren gegangenen Sauerstoffgases.

Es ist also keinem Zweifel unterworfen, dafs der Sauerstoff der atmosphärischen Luft hier als eine Potenz für die Belebung, die Entwickelung und die fernere Ausbildung des Keims zur Pflanze, eine wichtige Rolle gespielt hat.

Da aber in trockner Luft allein keine Entwickelung des Keims möglich ist; da hiezu die Mitwirkung des Wassers erfordert wird; da er ferner auch, ohne Mitwirkung der Luft, blofs unter reinem Wasser, zwar entwickelt wird, von nun an aber, ohne Mitwirkung der Luft, sich nicht ferner zur Pflanze ausbilden kann; so folget hieraus: 1. dafs anfangs ein Theil des vom Samenkorn eingesaugten Wassers zerlegt wird; 2. dafs der Sauerstoff desselben den zureichenden Grund von der erstern belebten Entwickelung des Keims enthält. Ist aber der Keim einmal belebt und entwickelt, dann bedarf er der Mitwirkung des Sauerstoffes also der Atmosphäre; und nun erst erfolgt ein Prozefs der Respiration, der Sauerstoff wird eingesaugt und als kohlenstoffsaures Gas exspirirt; dagegen eine Exhalation von reinem Sauerstoffgas, wie bei Pflanzen die in der Erde wachsen, hier noch nicht statt findet.

Alles dieses giebt einen Beweis, dafs so wie das belebte und entwickelte Geschöpf aus dem Keim im Ei des Vogels, anfangs unter Mitwirkung der Luft von Aufsen her, von dem Dotter des Eies genähret wird; so auch der Keim des Samenkorns seine erste Nahrung aus einer dem Eidotter sehr analogen Substanz entnimmt, welche den Keim im Samenkorn einhüllet.

Von nun an aber und zwar so bald als die junge Pflanze die Samenlappen verloren hat, bedarf sie organischer Materien zur Nahrung. In dem Mafse dafs ihre Organe ausgebildet sind, nämlich: Wurzel, Stamm und Blätter, treten nun in die ihnen zukommenden Funktionen ein, die zur gröfsern körperlichen Ausbildung der ganzen Pflanze, so wie zur Erzeugung der Blüthe und der daraus hervorgehenden Frucht erfordert werden; wozu alle einzelne Organe derselben, unter Mitwirkung der mit organischen Materien (d. i. mit Humus) durchdrungnen Erde, des Wassers und der Atmosphäre, unter einflufsreicher Thätigkeit des Lichtes und der Wärme, in Wirksamkeit gesetzt werden.

Es ist hier nicht meine Absicht, über dasjenige mich weiter auszulassen, was über das Daseyn der chemischen Elemente der Pflanzen und deren Abstammung, durch die Herren Sennebiér, Thenard, v. Saussüre, Schrader, Decandolle, Woodhouse, Wahlenberg, Einhof, Bracconot, Brown, Chaptal, Humphry Davy und unsern trefflichen Collegen Alexander v. Humboldt, gedacht, gesagt und vielfältig niedergeschrieben worden ist, und wodurch sie die Grundlage zu einer naturgemäfsen Physiologie der Pflanzen gelegt haben, deren weitere Ausbildung rasch vorschreitet. Ich halte mich vielmehr allein an den Hauptgegenstand dieser Abhandlung, der im Folgenden bestehet:

## Versuche
### über den Einfluſs der Düngungsmittel auf die Bildung der nähern Gemeng- und Bestandtheile der Getreidearten.

Wenn ich hier von den nähern Bestandtheilen oder vielmehr Gemengtheilen der Pflanzen überhaupt und der Getreidearten insbesondere rede: so begreife ich darunter diejenigen, sowohl in der Form als in den chemischen Qualitäten verschieden gearteten Materien, welche in den Pflanzen und deren einzelnen Zweigen, in besondern Organen derselben abgelagert gefunden werden; wie in der Wurzel, dem Stamm, dem Splint, der Rinde, den Blättern, der Frucht u. s. w. und sich, wie bei den Thieren, bei einer grofsen Anhäufung in ihnen entweder freiwillig daraus ergiefsen; oder durch eine zweckmäfsige mechanische Zergliederung (wie das Amylon und die fetten Oele), oder eine chemische Zergliederung derselben (wie Gummi, Schleim, Kleber, Firnifs, Zucker, Harz, ätherischen Oel u. s. w.) daraus dargestellt werden können.

Dafs jene Materien als Erzeugnisse des Lebens und der organischen Thätigkeit der Pflanzen anerkannt werden müssen, wird wohl Niemand leugnen! Wie solche aber gebildet werden? welchen Einfluſs auf ihre Erzeugung die Individualität der Pflanze selbst hat? welchen Einfluſs die ihr, in Form des Düngers, dargebotenen Nahrungsmittel dar-

auf haben? dieses sind Fragen, welche zur Zeit noch nicht mit Bestimmtheit gelöset worden sind.

In einer frühern der Akademie mitgetheilten Abhandlung (über den Instinkt der Pflanzen[1]), habe ich gezeigt, dafs Pflanzen einerlei Art, in welchem Boden sie auch gewachsen sind, der Qualität nach, auch immer nur einerlei Gemengtheil produciren; dafs hingegen, individuell verschieden geartete Pflanzen, in einerlei Boden von gegebener Grundmengung kultivirt, in der Qualität ihrer Gemengtheile und Bestandtheile auch wieder eben so verschieden sind.

Da aber die nähern Gemengtheile und Bestandtheile der Pflanzen, nicht als solche, aus den verschiedenen Materien aufgenommen werden können, in und durch welche die Pflanze lebt und genährt wird; da jene Materien vielmehr in ihren elementaren Bestandtheilen und deren proportionellen Verhältnissen, eben so sehr von einander abweichen, als sie, in der Form und den chemischen Qualitäten von einander verschieden sind: so müssen es die eigenthümlichen einfachen Elemente seyn, welche die Pflanze, als nährende Mittel aufnimmt und sie, durch den Prozefs der Assimilation, in diejenigen Substanzen umwandelt, welche sich als wahre Gemengtheile derselben repräsentiren. Es entstehen daher folgende Fragen:

1. Können die nährenden Materien, welche den lebenden Pflanzen, in Form des Düngers, dargeboten werden, entweder ganz, oder in ihre einfachern Elemente aufgelöst, in die Organe der Pflanzen übertreten?
2. Können sie zur Erzeugung der nähern Gemengtheile in den Organen der Pflanzen beitragen?
3. Kann die Quantität jener Gemengtheile der Pflanze, durch die vermehrte Masse der zu ihrer Erzeugung geeigneten Elemente, in der Pflanze vermehrt werden?
4. Läfst sich aus der Erfahrung etwas für die Erfolge ableiten, dafs, wie solches die Wechselwirthschaft begründet, eine und eben dieselbe Getreideart, wenn sie mehrere Jahre hinter einander in dem-

---

(1) Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften, aus den Jahren 1812 und 1813. S. 107.

selben Boden gebauet wird, im Ertrage der Frucht mit jedem Jahr abnimmt; dagegen bei einem hintereinander folgenden Wechsel von verschiedenen Getreidearten, noch besser aber von Körner-, Wurzeln und Knollengewächsen, ein höherer Ertrag des Getreides erzielet wird.

Jenes waren die Aufgaben, die ich, durch eine Reihe von Versuchen zu lösen gesucht habe, und deren Resultate ich hier vorlege. Sie scheinen mir wichtig genug zu seyn, um sowohl der Pflanzen-Physiologie als der Agronomie einige bedeutende Aufklärungen darbieten zu können, die weiter verfolgt zu werden verdienen.

Eine chemische Zergliederung der Getreidekörner, nämlich Weizen, Roggen und Gerste, rücksichtlich ihrer nähern Gemengtheile, führt stets zur Erkenntniſs vom Daseyn des Amylons, des Klebers, des Pflanzeneiweiſs, des Schleimzuckers, des Gummi, des sauren phosphorsauren Kalks, und einer geringen Menge Fettigkeit, die vorzüglich im Keimpunkte ihren Sitz hat.

Während jene Materien, der Qualität nach, in allen Getreidearten ohne Unterschied vorkommen, sind solche im quantitativen Verhältniſs, selbst bei einer und derselben Getreideart, oft sehr verschieden; und dieser Unterschied findet sich ganz besonders in der besondern Natur des Düngers begründet, welcher dem Acker zur Nahrung dargeboten wurde.

So steigt z. B. der Gehalt des Klebers (des *Triticin's*) im Weizen von einerlei Art, oft von 12 bis zu 36 Procent, je nachdem derselbe mit der einen oder der andern Art Dünger kultivirt worden war; folglich ist der Einfluſs welchen der Dünger auf die Erzeugung des *Triticin's* im Weizen hat, dadurch völlig auſser Zweifel gesetzt.

Anmerkung. Der sehr achtbare französische Agronom Herr Tessier, hat bereits im Jahr 1791 eine Reihe von Versuchen angestellt, um die Wirkungen des Düngers auf die Erzeugung des Klebers im Weizen zu erforschen, indem er ihn mit Schaafmist, mit Ziegenmist, mit Pferdemist, mit Kuhmist, mit Menschenkoth, mit Taubenmist, mit Menschenharn, mit Rindsblut und mit Pflanzenerde kultivirte. Er hat aber das Versehen dabei begangen, daſs er die Massenverhältnisse jener Düngerarten

nicht auf den Zustand der atmosphärischen Trockenheit reducirt und die Anwendung gleich grofser Massen derselben, im gleichen Zustande der Trockenheit gebraucht hat: daher die Resultate seiner Versuche, so interessant sie übrigens auch sind, dennoch keine gegründete Folgerung zulassen.

Meine eigenen über denselben Gegenstand angestellten Versuche gehen von demselben Gesichtspunkte aus, den Herr Tessier vor Augen hatte; ich habe im Ganzen auch dieselben Düngerarten in Anwendung gesetzt. Um aber zu genaueren Resultaten zu gelangen, wurden sie sämmtlich vorher auf einen gleichen Zustand der Trockenheit gebracht, und für eine gegebene Fläche Ackerland auch immer nur eine gleich grofse Gewichtsmasse des trocknen Düngers in Anwendung gesetzt.

Der Boden, in welchem meine Versuche angestellt wurden, ist sandiger Lehm. Er wurde in einzelne Beete abgetheilt, jedes zu hundert Quadratfufs Flächenraum. Jedes einzelne gedachter Beete wurde mit 25 Pfund der folgenden, auf einen gleichen Zustand der Trockenheit gebrachten Düngerarten gedüngt, der Dünger unter gegraben, welches im October geschahe, und das so vorbereitete Land bis zum Monat Februar des folgenden Jahres in Ruhe gelassen. Die Düngerarten selbst bestanden, in 1. Schaafmist; 2. Ziegenmist; 3. Pferdemist; 4. Kuhmist; 5. Menschenkoth; 6. Taubenmist; 7. Menschenharn; 8. Rindsblut; 9. Pflanzenerde.

Anmerkung. Die Kotharten waren rein ohne Vermengung mit Streumitteln gesammelt und in einem mit Dämpfen geheizten Trockenofen, bei einer Temperatur, die 70 Grad Reaumur nicht überstieg, ausgetrocknet worden; eben so die Pflanzenerde. Das Blut und der Harn wurden gelinde abgedünstet, und zuletzt bei derselben oben genannten Temperatur, vollends ausgetrocknet.

Im Anfang des Märzmonats wurden sämmtliche Beete aufs Neue umgegraben, und nun mit einerlei Art Sommerweizen, in Reihen, besäet. Jedes einzelne Beet erhielt 16 Loth Samenkörner zur Aussaat. Ein gleiches im Herbst und im Frühjahr umgegrabenes Beet von derselben Bodenart, wurde mit demselben Weizen besäet, ohne Düngung empfangen zu haben.

Der Same ging auf allen Beeten gleichförmig auf, und die Aehren konnten von allen im Ausgang des Augusts geerntet werden. Hier zeigte sich aber, sowohl in der Länge und Dicke der Halme, als auch in der Ausbildung der Aehren so wie der Zahl der darin enthaltenen Körner, ein merklicher Unterschied.

Nach dem Ausdreschen des Ertrages von jedem einzelnen Beete, ergaben sich folgende Resultate. Es wurde gewonnen an Körnern:

*a*) Von dem mit Schaafmist gedüngten Beete 6 Pfund; also das zwölfte Korn.

*b*) Von dem mit Ziegenmist gedüngten, eben so viel.

*c*) Von dem mit Pferdemist gedüngten (sie wurden mit Hafer genährt), 5 Pfund, also das zehnte Korn.

*d*) Von dem mit Kuhmist gedüngten $3\frac{1}{2}$ Pfund, also das siebente Korn.

*e*) Von dem mit Menschenkoth gedüngten 7 Pfund, also das vierzehnte Korn.

*f*) Von dem mit Taubenmist gedüngten $4\frac{1}{2}$ Pfund, also das neunte Korn.

*g*) Von dem mit trocknem Menschenharn gedüngten 6 Pfund, also das zwölfte Korn. (Er war von Bier trinkenden Personen gesammelt.)

*h*) Von dem mit trocknem Rindsblute gedüngten 7 Pfund, also das vierzehnte Korn.

*i*) Von dem mit Pflanzenerde gedüngten (sie war aus verwesetem Kartoffelkraut gewonnen), $2\frac{1}{2}$ Pfund, also das fünfte Korn.

*k*) Von dem nicht gedüngten Boden $1\frac{1}{2}$ Pfund, also das dritte Korn.

In Rücksicht der Vermehrung des Körnerertrags, kommt also die Wirkung der gebrauchten Düngungsmittel in folgender Ordnung zu stehen: 1. Blut; 2. Menschenkoth; 3. Schaafmist; 4. Ziegenmist; 5. Menschenharn; 6. Pferdemist; 7. Taubenmist; 8. Kuhmist; 9. Pflanzenerde.

Es kam nun darauf an, durch eine genaue Zergliederung der von jedem einzelnen Düngungsmittel geernteten Samenkörner zu unter-

suchen, wie sich die Gemengtheile derselben im proportionalen Verhältnifs gegen einander verhalten würden; und hier fand sich in der That der Unterschied über alle Mafsen auffallend.

Die nicht wenig umständliche Zergliederung jener zehn Sorten des geernteten Weizens ist von mir nach derselben Methode veranstaltet worden, welche ich früher ([1]) mitgetheilt habe, daher ich mich hier darauf beziehe.

Hier begnüge ich mich blofs, die Resultate der jetzigen Zergliederungen mitzutheilen.

1. 5000 Gewichtstheile des mit Rindsblut kultivirten Weizens haben geliefert:

| | | |
|---|---|---|
| Natürliche Feuchtigkeit | 215 | Theile. |
| Hülsensubstanz | 695 | — |
| Kleber oder *Triticin* | 1712 | — |
| Amylon | 2065 | — |
| Getreide-Oel | 45 | — |
| Eiweifs | 53 | — |
| Schleimzucker | 94 | — |
| Gummi | 92 | — |
| Sauren phosphorsauren Kalk | 26 | — |
| Verlust | 3 | — |
| | 5000 | — |

2. 5000 Gewichtstheile des mit Menschenkoth kultivirten Weizens haben geliefert:

| | | |
|---|---|---|
| Natürliche Feuchtigkeit | 217 | Theile. |
| Hülsensubstanz | 700 | — |
| Kleber oder *Triticin* | 1697 | — |
| Amylon | 2072 | — |
| Getreide-Oel | 55 | — |
| Eiweifs | 65 | — |
| Schleimzucker | 80 | — |
| Gummi | 80 | — |

(1) Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften aus den Jahren 1816 und 1817. Berlin 1819. S. 39. u. ff.

| | | |
|---|---|---|
| Sauren phosphorsauren Kalk | 30 | Theile. |
| Verlust | 4 | — |
| | 5000 | — |

3. 5000 Gewichtstheile des mit Schaafmist kultivirten Weizens haben geliefert:

| | | |
|---|---|---|
| Natürliche Feuchtigkeit | 214 | Theile. |
| Hülsensubstanz | 698 | — |
| Kleber oder *Triticin* | 1645 | — |
| Amylon | 2140 | — |
| Getreide-Oel | 54 | — |
| Eiweifs | 65 | — |
| Schleimzucker | 75 | — |
| Gummi | 78 | — |
| Sauren phosphorsauren Kalk | 36 | — |
| Verlust | 4 | — |
| | 5000 | — |

4. 5000 Gewichtstheile des mit Ziegenmist kultivirten Weizens haben geliefert:

| | | |
|---|---|---|
| Natürliche Feuchtigkeit | 215 | Theile. |
| Hülsensubstanz | 714 | — |
| Kleber oder *Triticin* | 1644 | — |
| Amylon | 2121 | — |
| Getreide-Oel | 45 | — |
| Eiweifs | 66 | — |
| Schleimzucker | 78 | — |
| Gummi | 78 | — |
| Sauren phosphorsauren Kalk | 35 | — |
| Verlust | 4 | — |
| | 5000 | — |

5. 5000 Gewichtstheile des mit Menschenharn kultivirten Weizens haben geliefert:

| | | |
|---|---|---|
| Natürliche Feuchtigkeit | 250 | Theile. |
| Hülsensubstanz | 712 | — |
| Kleber oder *Triticin* | 1755 | — |
| Amylon | 1995 | — |

| | | |
|---|---|---|
| Getreide-Oel | 54 | Theile. |
| Pflanzen-Eiweifs | 70 | — |
| Schleimzucker | 74 | — |
| Gummi | 80 | — |
| Sauren phosphorsauren Kalk | 40 | — |
| Verlust | 5 | — |
| | 5000 | — |

6. 5000 Gewichtstheile des mit Pferdemist kultivirten Weizens haben geliefert:

| | | |
|---|---|---|
| Natürliche Feuchtigkeit | 217 | Theile. |
| Hülsensubstanz | 700 | — |
| Kleber oder *Triticin* | 684 | — |
| Amylon | 3082 | — |
| Getreide-Oel | 50 | — |
| Eiweifs | 56 | — |
| Schleimzucker | 84 | — |
| Gummi | 86 | — |
| Sauren phosphorsauren Kalk | 38 | — |
| Verlust | 3 | — |
| | 5000 | — |

7. 5000 Gewichtstheile des mit Taubenmist kultivirten Weizens haben geliefert:

| | | |
|---|---|---|
| Natürliche Feuchtigkeit | 215 | Theile. |
| Hülsensubstanz | 700 | — |
| Kleber oder *Triticin* | 610 | — |
| Amylon | 3159 | — |
| Getreide-Oel | 46 | — |
| Eiweifs | 48 | — |
| Schleimzucker | 98 | — |
| Gummi | 96 | — |
| Sauren phosphorsauren Kalk | 25 | — |
| Verlust | 3 | — |
| | 5000 | — |

8. 5000 Gewichtstheile des mit Kuhmist kultivirten Weizens haben geliefert:

| | | |
|---|---|---|
| Natürliche Feuchtigkeit . . . . . . . . . . | 211 | Theile. |
| Hülsensubstanz . . . . . . . . . . . . . . . | 697 | — |
| Kleber oder *Triticin* . . . . . . . . . . . . | 598 | — |
| Amylon . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 3117 | — |
| Getreide-Oel . . . . . . . . . . . . . . . | 52 | — |
| Eiweiſs . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 50 | — |
| Schleimzucker . . . . . . . . . . . . . . | 99 | — |
| Gummi . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 95 | — |
| Sauren phosphorsauren Kalk . . . . . . | 25 | — |
| Verlust . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 4 | — |
| | 5000 | — |

9. 5000 Gewichtstheile des mit Pflanzenerde kultivirten Weizens haben geliefert:

| | | |
|---|---|---|
| Natürliche Feuchtigkeit . . . . . . . . . . | 211 | Theile. |
| Hülsensubstanz . . . . . . . . . . . . . . . | 702 | — |
| Kleber oder *Triticin* . . . . . . . . . . . . | 480 | — |
| Amylon . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 3297 | — |
| Getreide-Oel . . . . . . . . . . . . . . . | 49 | — |
| Eiweiſs . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 40 | — |
| Schleimzucker . . . . . . . . . . . . . . | 99 | — |
| Gummi . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 95 | — |
| Sauren phosphorsauren Kalk . . . . . . | 24 | — |
| Verlust . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 3 | — |
| | 5000 | — |

10. 5000 Gewichtstheile des in nicht gedüngtem Boden kultivirten Weizens haben geliefert:

| | | |
|---|---|---|
| Natürliche Feuchtigkeit . . . . . . . . . . | 210 | Theile. |
| Hülsensubstanz . . . . . . . . . . . . . . . | 700 | — |
| Kleber oder *Triticin* . . . . . . . . . . . . | 460 | — |
| Amylon . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 3333 | — |
| Getreide-Oel . . . . . . . . . . . . . . . | 50 | — |
| Eiweiſs . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 36 | — |
| Schleimzucker . . . . . . . . . . . . . . | 96 | — |

| | | |
|---|---|---|
| Gummi | 94 | Theile. |
| Sauren phosphorsauren Kalk | 18 | — |
| Verlust | 3 | — |
| | 5000 | — |

Vergleicht man die Resultate jener mit den auf eine verschiedene Weise kultivirten Weizenkörnern angestellten Analysen, mit Bezugnahme auf den Körnerertrag, der aus immer gleichen Massen des ausgesäeten Weizens, durch die Anwendung verschieden gearteter Düngungsmittel, in immer gleichem Gewicht, erzielet worden ist: so wird man dadurch zu folgenden Schlüssen hingeleitet.

1. Die verschiedenen Düngerarten haben einen entschiedenen Einflufs auf den vermehrten Ertrag der Fruchtkörner, bei einer und eben derselben Getreideart.
2. Eben diese verschiedenen Düngerarten, haben einen entschiedenen Einflufs auf die Erzeugung der nähern Gemengtheile der Körner; wie solches die Resultate der damit angestellten Analyse nachweisen.
3. Die Masse dieser nähern Gemengtheile stehet wieder im Verhältnifs mit der Masse der Fruchtkörner, welche aus einem gegebenen Gewichte der Aussaat producirt worden sind.
4. Die elementaren Bestandtheile der Düngerarten stehen mit den elementaren Bestandtheilen der producirten Fruchtkörner, so wie mit denen ihrer einzelnen Gemengtheile im Verhältnifs.

Den reichsten Ertrag an Körnern haben geliefert: 1. der Menschenkoth; 2. das Blut. Einen geringern Ertrag an Fruchtkörnern haben geliefert: 1. der Schaafmist; 2. der Ziegenmist; 3. der Menschenharn. Einen noch geringern Ertrag haben geliefert: 1. der Pferdemist; 2. der Taubenmist; nämlich, jener das zehnte, der Letztere das neunte Korn. Einen noch geringern Ertrag hat geliefert die Pflanzenerde, nämlich nur das fünfte Korn. Den allergeringsten Ertrag hat endlich der nicht gedüngte Boden geliefert, nämlich nur das dritte Korn.

Die Hauptbestandtheile im Weizen bleiben immer der Kleber oder das *Triticin*, und das Amylon. Jener ist rein animalischer, das Letztere rein vegetabilischer Natur.

Nun haben geliefert 5000 Gewichtstheile Weizenkörner, an Kleber oder *Triticin*:

| | | | |
|---|---|---|---|
| gedüngt mit Menschenkoth | 1697 | oder 33,14 | Procent. |
| - - Rindsblut | 1712 | - 34,24 | — |
| - - Schaafmist | 1645 | - 32,90 | — |
| - - Ziegenmist | 1644 | - 32,88 | — |
| - - Menschenharn | 1755 | - 35,10 | — |
| - - Pferdekoth | 684 | - 13,68 | — |
| - - Taubenmist | 610 | - 12,20 | — |
| - - Kuhmist | 598 | - 11,96 | — |
| - - Pflanzenerde | 480 | - 9,60 | — |
| Kultivirt mit nicht gedüngter Erde | 460 | - 9,20 | — |

Desgleichen haben geliefert an Amylon, 5000 Gewichtstheile Weizenkörner:

| | | | |
|---|---|---|---|
| gedüngt mit Menschenkoth | 2072 | oder 41,44 | Procent. |
| - - Rindsblut | 2065 | - 41,30 | — |
| - - Schaafmist | 2140 | - 42,80 | — |
| - - Ziegenmist | 2121 | - 42,43 | — |
| - - Menschenharn | 1995 | - 39,90 | — |
| - - Pferdemist | 3082 | - 61,64 | — |
| - - Taubenmist | 3159 | - 63,18 | — |
| - - Kuhmist | 3117 | - 62,34 | — |
| - - Pflanzenerde | 3297 | - 65,94 | — |
| Kultivirt ohne Dünger | 3333 | - 66,69 | — |

Es ist aber der Kleber oder das *Triticin* zusammengesetzt aus Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Phosphor, als seinen chemischen Elementen; und in der That finden sich eben diese Elemente in denjenigen Düngerarten am meisten angehäufet, welche in einem gegebenen Gewicht der Körner, auch die gröſste Ausbeute an Kleber oder *Triticin* geliefert haben; es ist also offenbar, daſs jene Elemente, zur Erzeugung des genannten Gemengtheils im Weizen, aus dem angewendeten Düngungsmittel entnommen worden sind.

Das reine Amylon enthält weder Stickstoff noch Phosphor unter seinen elementaren Bestandtheilen; diese sind bloſs Kohlenstoff,

Wasserstoff und Sauerstoff; sie müssen also gleichfalls aus den zur Kultur angewendeten Düngungsmitteln entnommen worden seyn. Die Ausbeute an Amylon, aus gleichen Gewichten der mit verschiedenen Düngungsmitteln kultivirten Körner, stehet aber wieder im Verhältnifs mit der mehr vegetabilischen und weniger animalischen Natur der dazu gebrauchten Düngerarten.

Es ist also wohl keinem Zweifel unterworfen, dafs die Grundmischung des Weizens, und, sowohl sein Gehalt an Kleber als an Amylon, beide nach dem proportionalen Verhältnifs betrachtet, durch die specifische Natur und Grundmischung des Düngers, womit sie kultivirt worden, geleitet wird; auch ist es einleuchtend, dafs ein gleicher Erfolg bei allen übrigen Getreidearten statt finden mufs.

Ist jenes aber in der Wahrheit begründet, so sind jene aus der Erfahrung entnommenen Resultate, so für die Pflanzen-Physiologie, wie für die Agronomie, von Bedeutung, denn es wird dadurch ein Problem gelöst, das bisher ganz im Dunkeln schwebte.

Es ist nämlich bekannt, dafs eine und eben dieselbe Art Weizen, in einerlei Art Erdreich gebauet, ein sehr verschiedenes Korn darbietet: d. i. welches in seiner Grundmischung und den davon abhängigen Leistungen in den mit der Agronomie in Relation stehenden technischen Gewerben, sich sehr verschieden beweiset.

So giebt es manchen Weizen einerlei Art, aber mit verschieden gearteten Düngungsmitteln kultivirt, der bald mehr, bald weniger Ausbeute an Amylon, an Brantwein, an kraftvollem Bier und an Essig darbietet, wenn er auf jene Gegenstände, in den ökonomisch-technischen Gewerben, verarbeitet wird.

Da aber Brantwein, Bier und Essig nur allein aus dem Amylon gebildet werden; da der Kleber zu deren Erzeugung nichts beiträgt: so mufs auch die Ausbeute der genannten Erzeugnisse mit dem Gehalte des Amylons im Weizen (eben sowohl auch in den übrigen Getreidearten), im Verhältnifs stehen.

Anders dagegen verhält es sich mit dem Brote, zu welchem das Mehl des Weizens verarbeitet wird. Dieses ist um so kraftvoller und nährender, je reichhaltiger das Mehl an Kleber und je ärmer dasselbe an Amylon war.

Die aus den oben mitgetheilten Resultaten meiner angestellten und beschriebenen Versuche und dadurch gemachten Erfahrungen, machen es sehr wahrscheinlich, daſs in der Wahl des Düngers dem Agronomen die Mittel zu Gebote stehen, den Gehalt des Klebers und des Amylons in den Getreidearten, nach Willkühr zu reguliren, um die specifische Anwendbarkeit desselben für das eine oder das andere ökonomisch-technische Gewerbe, das derselben bedarf, näher zu begründen.

Ueber

# die Grundlehren der Akustik.

Von

Hrn FISCHER.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 17. und 24. Juny, und 15. July 1824.]

## Einleitung.

Wenn die Theorie der Akustik in der vollkommensten Strenge ausgeführt werden soll, so kann dieses nur durch Hülfe der höhern Mechanik geschehen: denn die Oscillationen durch welche der Schall entsteht, sind eine der allerfeinsten und verwickeltesten Arten von Bewegungen, wobei die bewegten Punkte der Materie ihren Ort nur unermefslich wenig verändern, diese Bewegungen selbst aber von Stelle zu Stelle in dem Innern der Materie fortschreiten, und sich daselbst auf die mannigfaltigste Art durchkreuzen, verbinden und trennen. Wie schwierig diese Theorie sei, geht schon daraus hervor, dafs die gröfsten Analytiker des verflossenen Jahrhunderts mit eifersüchtiger Anstrengung versucht haben, die wichtigsten Probleme aufzulösen, und man dennoch nicht sagen kann, dafs es ihnen gelungen sei, uns eine vollendete Grundlage der Theorie zu geben.

Newton, der zu allen Untersuchungen der höheren Bewegungslehre den ersten festen Grund gelegt hat, untersuchte zuerst die Oscillationen der Luft; Taylor zunächst nach ihm, die einer gespannten Saite. Ihre Schlüsse und Rechnungen wurden mit grofser Strenge geprüft, von den beiden Bernoulli, Johann und Daniel, von L. Euler, von d'Alembert, von Lagrange und Andern, und dieses nicht ohne Eifersucht gegen die ersten Erfinder, und gegenseitig unter einander. Das Ergebnifs dieser Prüfungen war, dafs sich zwar gegen die Voraus-

setzungen, die Newton und Taylor gemacht hatten, gegründete Erinnerungen machen liefsen, dafs man aber ihren Hauptformeln durchaus keinen Fehler nachweisen konnte.

Diese Anstrengungen sind für die höhere Analysis und Mechanik eine Quelle sehr wichtiger Erweiterungen geworden. Die Akustik selbst aber hat dadurch nicht sowohl neue Ansichten, als gröfsere Bestimmtheit und Sicherheit in ihren Erklärungen gewonnen: denn diejenigen Eigenschaften der Oscillationen, von denen der Schall abhängt, waren schon vor der Rechnung, den Physikern unmittelbar aus Betrachtung der akustischen Erscheinungen bekannt.

Man wufste vor Newton und Taylor, dafs die Empfindung des Schalles durch Oscillationen der Luft entstehe, und dafs diese meistens durch Oscillationen fester Körper erregt werden; dafs die Luft in Blas-Instrumenten Longitudinal-Oscillationen mache; dafs alle diese Oscillationen vollkommen gleichzeitig, und ihre Schläge ungemein schnell seyn müssen, wenn die Empfindung eines Tones entstehen soll; und dafs die Höhe des Tones von der bestimmten Anzahl der Oscillations-Schläge in einer Sekunde abhänge. Man kannte ferner den Zusammenhang der musikalischen Intervalle mit der Schnelligkeit der Oscillationen, und Sauveur hatte schon vor Taylor auf eine sehr sinnreiche Art versucht, die Anzahl der Oscillationen, die ein Ton von bestimmter Höhe erfordert, durch Beobachtung zweier Orgelpfeifen, die beinahe denselben Ton gaben, zu bestimmen. In Rücksicht aller dieser Gegenstände gewann aber die Akustik durch die mathematische Theorie nicht neue Wahrheiten und vergröfserten Umfang, sondern nur gröfsere Bestimmtheit und Evidenz. Was sie durch die mathematische Theorie gewann, war hauptsächlich die bestimmte Kenntnifs der Gesetze, nach welchen die Höhe des Tones von der Gröfse und Masse und von der Spannung oder Elasticität der oscillirenden Theile abhängt. Die entscheidensten Untersuchungen verdanken wir dem Scharfsinn des trefflichen Lagrange, der so wie mehrere der genannten berühmten Männer, einst eine Zierde unserer Akademie war. Er zeigte in seinen höchst scharfsinnigen *Recherches sur la propagation du son* (1), worin Newton,

---

(1) *Miscellanea Taurinensia, Tom.* I *et* II.

Taylor, und alle seine Vorgänger gefehlt hatten, und wie die Untersuchung anzugreifen sei, um nicht nur fehlerfreie Resultate zu erhalten, sondern auch allen Foderungen der strengsten Methode Genüge zu leisten.

Demohngeachtet kann man nicht sagen, dafs Lagrange eine vollständige Theorie der Oscillationen geliefert habe. Noch ist mehr als ein Problem rückständig, dessen Auflösung man von den Fortschritten der Analysis und höhern Mechanik erwarten mufs. Dahin gehört die Berechnung der Oscillationen ganzer Flächen, desgleichen die Theorie des Ueberganges der Oscillationen aus einer Materie in eine anderartige. In Ansehung dieses letztern Problems scheinen die genannten grofsen Männer noch gar nicht auf die Nothwendigkeit dieser Theorie aufmerksam geworden zu seyn, denn alle von Newton bis auf Lagrange, betrachten immer nur die Oscillationen in so fern sie in einem und demselben Mittel statt finden; erwähnen aber des Ueberganges aus einem Mittel in das andere, entweder gar nicht, oder so als ob derselbe gar keiner eigenen Theorie bedürfe. Wir werden aber sehen, dafs man ohne eine genauere Kenntnifs der Gesetze dieses Ueberganges von den meisten akustischen Erscheinungen gar keine befriedigende Erklärung geben könne (¹).

Die genannten Analytiker haben also in der höhern Mechanik noch eine grofse Lücke auszufüllen übrig gelassen; nämlich die Entwicklung der Gesetze nach welchen körperlich sich berührende Punkte bewegend auf einander wirken, wenn sie sich im Zustande einer gegenseitigen Spannung befinden. Die bekannten Gesetze des Anstofses setzen eine solche Spannung nicht voraus; der Erfolg nach diesen Gesetzen kann also auch eigentlich nur dann vollkommen statt finden, wenn die sich berührenden Körper als frei, also in einem von aller widerstehenden Materie leeren Raum angenommen werden. Und

---

(1) Einige neuere Analytiker in England und Frankreich, besonders Fresnel und Poisson scheinen in der That die Theorie bedeutend weiter geführt zu haben; doch nicht in Beziehung auf den Schall, sondern auf das Licht. Aber die Verhältnisse des Verfassers haben ihm noch nicht erlaubt, sich mit diesen Arbeiten genau bekannt zu machen; welches indessen für die gegenwärtige Abhandlung nicht nothwendig schien, da diese mehr den Zweck hat zu zeigen, was die Beobachtung, als was die Rechnung über die Gesetze der Oscillationen lehre.

für diese Voraussetzung hat man in der That die Theorie der Bewegungen zu einem völlig befriedigenden Grad der Vollendung gebracht. Für die Bewegungen im Zustande der Spannung aber, sind die oben erwähnten scharfsinnigen Untersuchungen über die Oscillationen in gleichartigen Mitteln ein sehr schätzenswerther Anfang, aber in der That auch nur ein Anfang, der die Möglichkeit einer vollständigen Ausführung anschaulich macht, die aber in der That nichts weniger als leicht seyn dürfte. Nothwendig ist aber solche Ausführung: denn alle Bewegungen innerhalb des Raumes wo wir leben, geschehen zwischen körperlichen Theilen, die sich im Zustande einer gegenseitigen Spannung berühren. Und eben darin dürfte vielleicht der eigentliche Grund liegen, warum die geprüftesten Formeln der Mechanik dennoch oft so sonderbar von der Wirklichkeit abweichen, wie z. B. Newtons Formel für die Geschwindigkeit des Schalles.

Selbst die Idee einer allgemeinen Spannung, in welcher sich alle körperliche Punkte nicht nur im Innern der Körper, sondern auch in der Oberfläche, wo sich ungleichartige Materien berühren, befinden, (der Aggregatzustand beider sey wie man will), gehört zu den Ideen, die eine sehr feine Analyse aller Erscheinungen voraussetzen, und daher erst nach und nach zum deutlichen Bewufstseyn in dem menschlichen Vorstellungsvermögen gelangen können.

Hätte ich auch in den Jahren des kraftvollen männlichen Alters zu meinen Kräften das Vertrauen haben dürfen, die Auflösung so schwieriger Aufgaben zu versuchen, so war dieses doch unmöglich in den Verhältnissen nicht nur eines Schulmannes, sondern überhaupt eines anderweitig beschäftigten Gelehrten: denn Untersuchungen dieser Art erfordern nicht Wochen und Monate, sondern Jahre einer ungestörten wissenschaftlichen Mufse.

Unausweichlich gezwungen, auf ein höheres Ziel, was mir vorschwebt, zu verzichten, habe ich mir ein näheres leichter erreichbares gewählt. Der vollständigen mathematischen Theorie eilt gewöhnlich eine empirische, d. i. unmittelbar aus den Erscheinungen abgeleitete voraus. Kepler entdeckte die Hauptgesetze, unter welchen die Bewegungen der Planeten stehen, durch eine sehr mühsame Entzifferung aus ihrem scheinbaren Lauf, ehe Newton diese Gesetze auf die ersten Grund-

begriffe von der Bewegung zurückführte. Eben so kannte man die Hauptgesetze der akustischen Oscillationen aus unmittelbarer Beachtung der Erscheinungen früher, als die genannten Analytiker ihre rationale Theorie erfanden. Ja man kann behaupten, daſs den rein mathematischen Theorien physikalischer Erscheinungen allezeit eine bloſs auf Erfahrungen beruhende vorausgehen müsse, wenn Mathematik und Physik Schritt halten, und in gleichem Grade zur Vollkommenheit reifen sollen. Es läſst sich erweisen, daſs die wichtigsten Erweiterungen, welche die Mathematik, besonders in dem verflossenen Jahrhundert, in dem Gebiete der höhern Analysis und Mechanik erhalten hat, fast ohne Ausnahme veranlaſst sind durch Probleme, welche die Naturlehre aufstellte. Mathematische Theorien, die nicht diesen Ursprung haben, und welche nicht etwa bloſs zur Vervollkommnung schon begründeter Theorien dienen, sondern als ganz neue und isolirte Erzeugnisse im Gebiete der Mathematik da stehen, haben als bloſse Wahrheiten einen unbestrittenen Werth, aber wichtig und fruchtbar werden sie erst dann, wenn sich gleichsam zufällig, eine Art von Naturerscheinungen an sie anschlieſst. So war bisher die Theorie der regulären Körper eine rein mathematische Speculation, und hatte als Wahrheit ihren unbestrittenen Werth; aber durch die Entdeckungen, die neuerlich über die Structur der Krystalle gemacht worden, hat sie offenbar an Wichtigkeit und Fruchtbarkeit ungemein gewonnen. Je mehr aufzulösende Aufgaben also die Naturlehre der Mathematik vorlegt, desto mehr fruchtbare Erweiterungen der mathematischen Theorien darf man erwarten. Soll aber dieser Zweck sicher erreicht werden, so muſs die Naturlehre ihren Aufgaben die gröſste Bestimmtheit zu geben suchen. Geschieht dieses nicht, so wird der Mathematiker mit allem Scharfsinn, den er anwendet, dennoch keine vollständigen und erschöpfenden Theorien zu Stande bringen. So fand Lagrange die Probleme der Akustik noch nicht vollständig von den Physikern aufgestellt, und um etwas bestimmtes zu erwähnen, so ist selbst jetzt noch der Begriff der Resonanz nicht scharf genug bestimmt: denn man schreibt der Resonanz Erscheinungen zu, die gar nichts mit ihr gemein haben. Es ist daher kein Wunder, daſs Lagrange und noch weniger seine Vorgänger eine vollständige, d. i. auf alle Fälle anwendbare Theorie geben konnten. Es ergiebt sich hieraus sehr bestimmt, was

das Hauptgeschäft des Naturforschers sey, und seyn müsse. Er mufs die Gesetze der Erscheinungen aus den Erscheinungen selbst so genau als möglich zu bestimmen suchen. Er kann dabei der Hülfe der Mathematik nicht entbehren; doch ist es mehr der Geist mathematischer Ordnung, Deutlichkeit und Genauigkeit, als die Kenntnifs der höhern Rechnungen. Denn in der That sind gegenwärtig Mathematik und Physik so überaus weitläuftig geworden, dafs in einem Kopfe nicht Umfang genug für beide Wissenschaften ist, d. h. es ist eben so unmöglich, dafs der Physiker ein vollendeter Mathematiker, als dieser ein vollendeter Physiker sey. Arbeitet aber der Physiker dem Mathetiker auf die angedeutete Art vor, so ist sichtbar, dafs beide Wissenschaften gewinnen werden.

Ich habe versucht, dieses in Ansehung der Akustik zu leisten, indem ich theils für die Fälle, die schon als theoretisch feststehend anzusehen sind, theils für die, wo die Theorie noch mangelhaft ist, die Haupterscheinungen und die Gesetze derselben, so fern sie empirisch erkennbar sind, auf deutliche Begriffe zu bringen gesucht habe. Hiemit ist der Zweck und Inhalt der gegenwärtigen Abhandlung ausgesprochen; wobei ich nur um gefällige Nachsicht bitten mufs, wenn ich, um Deutlichkeit und Ueberzeugung zu bewirken, manches Bekannte nicht mit Stillschweigen übergehen kann, wobei ich mich indessen aller Kürze, welche nur der Zweck zuläfst, befleissigen werde.

## Von Oscillationen überhaupt.

§. 1. Oscillationen nenne ich diejenige Art von pendelartigen Schwingungen oder Vibrationen, welche innerhalb so enger Grenzen, die ich die Oscillations-Weite nenne, geschehen, dafs sie sich in den meisten Fällen der unmittelbaren Wahrnehmung entziehen, ja in manchen Fällen, im eigentlichsten Sinne des Wortes, unendlichklein seyn dürften. Da aber alle wissenschaftlichen Forschungen, wenn sie gründlich seyn sollen, von ganz bestimmten und möglichst deutlichen Grundbegriffen ausgehen müssen, so ist nothwendig, zuerst einiges Allgemeine über diejenigen Eigenschaften aller körperlichen Materien voraus zu schicken, wodurch Oscillationen möglich werden.

§. 2. Die Möglichkeit oscillirender Bewegungen beruhet darauf, dafs alle Theile der uns umgebenden körperlichen Materie sich in dem Zustande einer gegenseitigen Spannung befinden, vermöge deren die relative Ruhe der Theile gegeneinander, nicht daher rührt, weil keine Kraft auf sie wirke, sondern daher, weil jeder Theil nach allen Seiten gezogen oder getrieben wird, durch Kräfte, die sich gegenseitig ins Gleichgewicht gesetzt haben. Eine solche Spannung findet nicht nur in dem Innern eines jeden gleichartigen Körpers ohne Ausnahme statt, sondern sie entsteht nothwendig auch bei der äufsern Berührung ungleichartiger Materien, also mit einem Wort überall in der uns umgebenden Körperwelt. Man pflegt diese Spannung ziemlich allgemein Elasticität zu nennen; gegen welchen Ausdruck nichts zu sagen ist, wenn dadurch blofs die Thatsache einer allgemein vorhandenen Spannung bezeichnet werden soll. Als Benennung einer Kraft aber, die nach bestimmten allgemeinen Gesetzen wirke, ist die Benennung zu unbestimmt; denn es läfst sich leicht sichtbar machen, dafs diese Spannung von mehreren unterschiedenen Kräften herrühre, und dafs sich besonders die verschiedenen Aggregatzustände der Körper in dieser Rücksicht unläugbar und unzweideutig von einander unterscheiden.

§. 3. Bei luftförmigen Körpern liegen die Kräfte, welche eine Spannung aller Theile hervorbringen, am deutlichsten vor Augen. Sie ist die Folge einerseits von der Expansivkraft der Luft, andererseits aber von einem blofsen äufsern Drucke; im Freien von dem Gewicht der überstehenden Luft; in geschlossenen Gefäfsen, von der Cohäsionskraft der sperrenden Wände. Dieser äufsere Druck ist gewöhnlich von einer beständigen Gröfse; die Gesetze der Expansivkraft aber sind hinlänglich bekannt. Sie verhält sich bei gleicher Temperatur wie die Dichtigkeit, und bei gleicher Dichtigkeit wie die Temperatur nach dem Luft-Thermometer.

§. 4. Bei tropfbaren Körpern ist schon das Spiel der thätigen Kräfte nicht so einfach; ja man mufs bei ihnen eine doppelte Art der Spannung unterscheiden. Die eine hängt ab einerseits von der Schwere, deren Druck sich durch alle Theile der Flüssigkeit verbreitet, andererseits von dem Widerstand der unten und seitwärts sperrenden Wände. Sie besteht also eigentlich in nichts, als in dem hydrosta-

tischen Gleichgewicht. Von einer freien Expansivkraft zeigt sich bei tropfbaren Flüssigkeiten keine Spur.

Dagegen ist man genöthigt, bei jeder solcher Flüssigkeit noch das Daseyn einer eigenen Spannung anzuerkennen, die lediglich von dem Daseyn einer innern zwischen den Theilen herrschenden Attractiv- und Repulsivkraft herrührt, deren Gesetze eigentlich noch gar nicht untersucht sind, und vor der Hand nur nach Analogien anticipirt werden müssen. Wäre es auch nicht in neuern Zeiten durch Perkin's directe Versuche erwiesen, dafs Wasser durch mechanische Kraft ein wenig zusammengedrückt werde, und wenn der Druck nachläfst, wieder zu seiner ersten Dichtigkeit zurück kehre, so müfste man doch das Daseyn solcher Eigenschaft schon deswegen einräumen, weil man sonst gar keinen deutlichen Grund angeben könnte, warum sich jeder Druck durch eine Flüssigkeit, nicht blofs in der Richtung des Druckes, sondern nach allen Seiten in gleicher Stärke fortpflanze. Auch giebt es eine Menge anderer Erscheinungen, welche diese Voraussetzung zu machen nöthigen, und besonders würde man schwerlich ohne dieselbe die Entstehung akustischer Oscillationen im Wasser begreiflich machen können, deren Daseyn doch nicht bezweifelt werden kann.

§. 5. Elasticität oder Federkraft im engeren Sinne des Wortes findet nur bei festen Körpern statt, ist aber eine allgemeine Eigenschaft derselben. Feste Körper zeigen keine Spur von einer freien Expansivkraft oder Contractivkraft, noch von einer solchen Beweglichkeit der Theile, wie wir sie bei flüssigen Körpern finden, sondern im Gegentheil ein Bestreben, in einem gewissen Zustand zu beharren. Doch können durch Drücken, Ziehen, Beugen oder Drehen einzelne Theile ein wenig aus ihrer natürlichen Lage gebracht werden; aber alsdann zeigen die Theile jederzeit das Bestreben in ihren ersten Zustand zurückzukehren, sobald die störende Kraft nachläfst. Ist diese störende Kraft nur schwach, so geschieht die Wiederherstellung des ersten Zustandes vollständig. Ueberschreitet diese Kraft eine gewisse Gröfse, so zeigt sich zwar auch jetzt noch das Bestreben den ersten Zustand herzustellen, aber die Herstellung erfolgt unvollständig. Jenes nennt man die Wirkung einer vollkommenen, dieses einer unvollkommenen Elasticität. Beide finden bei jedem festen Körper statt, nur sind die

Gränzen beider sehr verschieden, und bei Körpern die man gewöhnlich unelastisch nennt, sind sie sehr enge. Man würde sich aber von der Elasticität harter Körper eine unrichtige Vorstellung machen, wenn man annehmen wollte, dafs ihre Theile nur einem starken Druck nachgäben. Man ist vielmehr genöthigt anzunehmen, dafs der leiseste Druck, an der berührten Stelle einige wiewohl unermefslich kleine Zusammendrückung hervorbringe.

§. 6. Die Elasticität gehört unstreitig zu den eigenthümlichen Wirkungen der Cohäsionskraft. Aber die Gesetze ihrer Wirkungen dürften wohl, wie ich glaube, Stoff zu manchen sehr wichtigen Untersuchungen geben. Doch hat sich aus einer Menge angestellter Versuche ein allgemeines Gesetz ergeben, welches in den Gränzen der vollkommenen Elasticität, entweder genau, oder mit einer grofsen Annährung richtig ist. Es sei $A$ Fig. 1. ein Punkt eines festen Körpers, und er sei durch Druck oder Zug, durch Beugen oder Drehen, aus der Stelle $A$ in $B$ gebracht. Hat die Kraft die Gränze der vollkommenen Elasticität nicht überschritten, so strebt der Punkt nach $A$ zurück mit einer Kraft, welche der Entfernung $BA$ proportional ist. So verhielt es sich wenigstens bei gespannten Saiten.

Aber die neuern Entdeckungen über die Structur der Krystalle deuten auf höchst merkwürdige Eigenthümlichkeiten der Cohäsionskraft, deren Gesetze aber vor jetzt noch in ein ziemlich tiefes Dunkel gehüllt sind, deren Enthüllung aber der höhern Mechanik ein ganz neues Feld eröffnen dürfte. Diese Entdeckungen setzen es nämlich ausser Zweifel, dafs der Purkt $A$, er sei im Innern, oder an der Oberfläche eines festen Körpers, nicht in allen Richtungen mit gleicher Kraft gezogen wird, und ziehet. Daher wird er auch, wenn er aus $A$ nach $B$ getrieben ist, nicht in allen Fällen mit gleicher Kraft zurückgetrieben. Ob diese Kraft nun unter allen Umständen, wenn der Punkt von $B$ nach $A$ zurückkehrt, wie die Entfernung von $A$ abnehme, ist wahrscheinlich, aber nicht unmittelbar deutlich, und würde erst nach den Grundsätzen der höhern Bewegungslehre auszumitteln seyn. Aber der Mathematiker wird sich immer nur auf Hypothesen stützen müssen, so lange sich der Naturforscher der Gesetze dieser Kräfte die nur in der Berührung wirken.

und in verschiedenen Richtungen ungleiche Spannung hervorbringen, noch nicht vollständig bemächtigt hat.

§. 7. Dadurch dafs die Gesetze der Expansivkraft der Luft, und der Elasticität gespannter Saiten hinlänglich bekannt sind, ist es möglich geworden, zwei Grundprobleme der Akustik, die Oscillationen der Luft und gespannter Saiten der Rechnung zu unterwerfen, und ihre Gesetze mit mathematischer Genauigkeit zu bestimmen.

Ich setze diese Theorie als bekannt voraus, und bemerke blofs zur Verständlichkeit alles folgenden, dafs wenn Oscillationen entstehen sollen, unmittelbar nicht der ganze Körper, sondern nur einzelne Theile desselben in Bewegung gesetzt werden müssen. Denn ein Stofs, der gegen einen Theil eines Körpers gerichtet ist, wirkt immer unmittelbar nur auf diesen Theil, und theilt sich erst nach und nach der übrigen Masse mit. Daher bewirkt nicht nur bei der Luft, sondern bei jedem Körper, ein Stofs, der irgend einen Theil um eine äufserst geringe Weite aus seiner natürlichen Lage bringt, allezeit eine Verdichtung der Masse an der Stelle wohin ein Punkt derselben getrieben wird, welche in jedem Fall dadurch in eine erhöhte Spannung versetzt wird, aus welcher das Bestreben entsteht, in die erste Stelle zurückzukehren.

§. 8. Es sei nun wieder $A$ Fig. 1. ein aus seiner natürlichen Lage nach $B$, innerhalb der Grenzen der vollkommenen Elasticität verrückter Punkt, so sieht man leicht ein, dafs er mit zunehmender Geschwindigkeit, aber mit abnehmender Beschleunigung, nach $A$ zurückkehren wird, (die Beschleunigung in jedem Punkte $D$ sei dem Abstand von $A$ proportional oder nicht). In $A$ ist daher die Beschleunigung Null, die Geschwindigkeit aber ein Maximum. Daher kann er in $A$ nicht stillstehen, und wäre seine Bewegung frei, so würde er bis $C$ gehen (wenn $AC = AB$), und alsdann fortfahren zwischen $B$ und $C$ wie ein Pendel hin und her zu schlagen. Aber seine Bewegung ist nicht frei. Denn wegen des Zusammenhanges mit der übrigen Masse, kann er nicht oscilliren, ohne die ihn berührenden Theile mit fortzudrücken und zu ziehen. Soviel Bewegung er aber anderen Punkten mittheilt, eben soviel verliert er an seiner eigenen. Die zweite Hälfte des Weges den er durchläuft, ist also kürzer als die erste, und indem er von $C$

gegen *A* zurückschlägt, so wird er sich auf der ersten Seite noch weniger von *A* entfernen. Kurz, er wird in den allermeisten Fällen, nach sehr wenigen Oscillationen, wie man an jeder Claviersaite sieht, wieder zur Ruhe kommen, wofern nicht die bewegende Kraft, wie bei dem Streichen mit einem Bogen, immer fortwirkt.

§. 9. Es ist aber theoretisch erwiesen, und durch die Beobachtung vollkommen bestätigt, dafs die Dauer einer Oscillation von der Gröfse der Oscillationsweite unabhängig ist, so dafs alle Oscillationen desselben Punktes vollkommen gleichzeitig sind, er mag zwischen *B* und *C*, oder nur zwischen *D* und *E* oscilliren. Wenigstens verhält es sich so, wenn der oscillirende Punkt nicht über eine gewisse Gränze aus seiner natürlichen Lage herausgetrieben wird. Da ich als bekannt und ausgemacht voraussetze, dafs die Höhe eines Tones lediglich von der Dauer seiner Oscillationen abhängt, so kann man sich auf die einfachste Art von der Gleichzeitigkeit der Oscillationen überzeugen, wenn man den Ton einer Saite oder einer Stimmgabel verklingen läfst, wo man nicht die allergeringste Veränderung in der Höhe des Tones wahrnehmen wird.

## Unterschied zwischen ursprünglichen und mitgetheilten Oscillationen.

§. 10. Ursprünglich nenne ich eine Oscillation, wenn ein einzelner Punkt irgend eines Körpers durch einen äufsern Druck oder Zug, in oscillirende Bewegung gesetzt wird. Mitgetheilt nenne ich sie, wenn ein ruhender Punkt durch unmittelbare Berührung eines schon oscillirenden, mit zu oscilliren genöthigt wird, wobei es weiter keinen Unterschied macht, ob der mittheilende Punkt ursprünglich, oder selbst schon durch Mittheilung oscillirt.

Es ist nicht schwer einzusehen, dafs mitgetheilte Oscillationen an sich keine andere Gesetze befolgen können, als ursprüngliche. Denn wenn ein Punkt deswegen oscillirt, weil ein anderer, der durch Berührung und Spannung mit ihm verbunden ist, oscillirt, so mufs die Bewegung desselben genau in dem Maafse zu- und abnehmen, wie die des mittheilenden. Nur in der Vibrationsweite kann, wie wir in der Folge

sehen werden, zwar eine, aber nur im eigentlichsten Sinne unendlich kleine Veränderung vorgehen.

Demohngeachtet halte ich die schärfste Auffassung des Unterschiedes zwischen ursprünglichen und mitgetheilten Oscillationen für so wichtig, dafs man ohne dieselbe schwerlich zu deutlichen Begriffen und Erklärungen über akustische Erscheinungen gelangen wird. Denn wir werden uns in der Folge überzeugen, dafs die Dauer und die Gröfse der Oscillationen in einer sehr verschiedenen Abhängigkeit von der Beschaffenheit des Mittels stehen, in welchem sie statt finden, je nachdem sie ursprünglich oder mitgetheilt sind.

Anmerkung. Dieser Unterschied ist bisher entweder ganz übersehen, oder nicht gehörig benutzt worden. Unser Chladni ist der einzige mir bekannte Akustiker, der ihn in seiner Akustik (§. 163. ff.) bestimmt ausspricht; nur nennt er eigenthümliche Oscillationen, was ich ursprüngliche nenne. Doch lassen sich aus der genaueren Beachtung dieses Unterschiedes weit mehr für die Theorie fruchtbare Folgerungen ableiten, als Chladni in seinem schätzbaren Werke abgeleitet hat. Die mathematischen Akustiker, selbst Lagrange, kennen diesen Unterschied gar nicht.

## Ursprüngliche Oscillationen.

§. 11. Wenn Theile eines Körpers, auf die oben (§. 8.) beschriebene Art zu oscilliren genöthigt werden, so hängt die Dauer eines Schlages ganz und gar nicht von der Stärke des erregenden Anstofses ab, sondern lediglich von der Kraft, mit welcher die verschobenen Theile wieder in ihre natürliche Lage zurückgetrieben werden, also von der vorhandenen Spannung und von der Masse der verschobenen Theile. Der Grund ist leicht einzusehen. Ist der Punkt $A$ durch äufsere Kraft aus $A$ nach $B$ getrieben, so kann er nicht eher anfangen zu oscilliren, als bis diese äufsere Kraft ihn frei läfst. Dann kann er lediglich derjenigen Kraft folgen, mit welcher ihn die vorhandene Spannung wieder nach $A$ hintreibt.

Von der Stärke des Stofses hängt blofs die Gröfse der Oscillationsweite $BC$ ab, durch welche aber die Dauer der Schläge, und die Höhe des Tons nicht geändert wird (§. 9.).

§. 12. Dieses Gesetz der ursprünglichen Oscillationen würde sich sehr vollständig empirisch erkennen lassen, wenn es nicht schon hinreichend durch die Mechanik begründet wäre.

In jedem Körper kann man unter gegebenen Umständen, nicht jeden beliebigen, sondern nur ganz bestimmte Töne hervorbringen. In manchen nur einen, in anderen mehrere, oder eine ganze Reihe, die aber sämmtlich nach bestimmten Verhältnissen von einander abhängen. Dieses ist vorzüglich der Gegenstand, über welchen unser Chladni durch seine sinnreiche Beobachtungsart so viel Licht verbreitet hat. Er hat nämlich gezeigt, dafs bei dem Oscilliren sich der Körper sehr häufig in mehrere Theile theilt, welche sämmtlich, jeder für sich, aber gleichzeitig, oscilliren. Je kleiner nun diese Theile sind, desto höher ist in der Regel der Ton; doch hat auch die Gestalt der oscillirenden Theile und ihr Zusammenhang mit dem Ganzen Einflufs darauf, weil dadurch die Kraft, mit welcher sie in ihrer natürlichen Lage erhalten werden, einige Aenderung erleiden kann. Von allen Tönen nun, die derselbe Körper geben kann, mufs einer der tiefste seyn, und diesen nenne ich den G r u n d t o n, die übrigen nenne ich N e b e n t ö n e. Bei dem Grundton ist es klar, dafs seine Höhe lediglich von der Beschaffenheit des oscillirenden Mittels abhängt, und zwar theils von der Spannung, theils von der Masse oder Dichtigkeit desselben: denn jede Veränderung in der materiellen Beschaffenheit, oder in der Gröfse des Körpers, ändert den Grundton, und da die Nebentöne nach bestimmten Gesetzen vom Grundton abhängen, so ist klar, dafs auch bei diesen die Dauer der Oscillationen ganz von der Beschaffenheit des Mittels, in welchem sie statt finden, abhängt. Bekanntlich kann auch die in einer langen Röhre eingeschlossene Luftsäule sich nach der Länge in zwei, drei, vier und mehr gleiche Theile theilen, wodurch ausser dem Grundton in offenen Pfeifen eine Reihe von Tönen nach der harmonischen Scale hervorgebracht wird. In diesem Fall ist bei gleicher Spannung die oscillirende Masse verschieden; also die Dauer der Oscillation wieder von der Beschaffenheit des Mittels abhängig.

Gespannte Saiten haben das eigenthümliche, dafs aufser der ganzen Länge, auch die Hälfte oder ein Drittel u. s. w. oscilliren kann, also aufser dem Grundton noch ein oder ein Paar Nebentöne, aber

nur schwach, mitklingen können. Doch geschieht dieses nicht immer, und wenn der Ton durch Streichen mit dem Bogen erregt wird, wie es mir scheint, nie.

Uebrigens bemerke ich noch, dafs die Nebentöne für unsern Zweck kein besonderes Interesse weiter haben, und dafs zwischen ihnen und den Grundtönen, so fern man sie als ursprüngliche betrachten mufs, kein wesentlicher Unterschied statt findet.

## Mitgetheilte Oscillationen.

§. 13. Der wichtigste Unterschied zwischen ursprünglichen und mitgetheilten Oscillationen liegt darin, dafs die Dauer einer mitgetheilten Oscillation, von der Spannung und Dichtigkeit, kurz von der Beschaffenheit des Mittels in welchem sie erregt wird, völlig unabhängig, und in jedem Fall der mittheilenden Oscillation gleichzeitig ist.

Der Grund dieses Gesetzes liegt nicht so tief, dafs er sich nicht auch ohne höhere Rechnung deutlich machen liefse. Man stelle sich eine Reihe körperlicher Punkte *A*, *B*, *C*, *D*, *E* u.s.w. vor, welche sämmtlich einander berühren, also unendlich nahe beisammen sind, so ist aus dem oben §. 2. ff. gezeigten klar, dafs sie sämmtlich sich in einem Zustand gegenseitiger Spannung befinden, vermöge deren jeder ein wenig aus seiner Stelle gedrängt werden kann, dann aber allezeit zu derselben wieder zurück zu kehren strebt, und zwar mit desto gröfserer Kraft, je weiter er aus seiner Stelle gedrängt worden. Es macht hierin keinen wesentlichen Unterschied, ob wir uns diese Punkte aus gleichartiger oder aus ungleichartiger Materie bestehend vorstellen wollen. Denn auch ungleichartige Materien, die sich berühren, befinden sich in einer solchen gegenseitigen Spannung, dafs jeder Punkt, der einen Materie, ein wenig nachgeben mufs, wenn er von einem berührenden Punkte der andern gedrückt wird (§. 5.).

Denken wir uns also die Punkte *B*, *C*, *D*, *E* u.s.w. als gleichartig, und in Ruhe, den Punkt *A* aber gleichartig oder anderartig, aber in Oscillation gesetzt, so ist klar, dafs der Punkt *B*, weil er sich von *A* wegen der vorhandenen Spannung nicht trennen kann, gezwungen ist,

gerade so vorwärts zu gehen, wie *A* geht. Schlägt aber der Punkt *A* zurück, so mufs ihm *B* eben so nachfolgen, also völlig wie *A*, und gleichzeitig mit demselben oscilliren. Was aber *A* auf *B* wirkt, eben das wird *B* auf *C*, *C* auf *D* u. s. f. wirken, und es ist daher klar, dafs alle diese Punkte nach und nach gezwungen werden, gleichzeitig mit *A* zu oscilliren. Daraus folgt indessen nicht, dafs die Oscillationsweiten der Punkte *C*, *D*, *E* u. s. w. eben so grofs als bei dem Punkte *A* seyn werden. Denn die erste Wirkung, welche *A* gegen *B* ausübt, ist in jedem Fall eine Zusammendrückung der hinter *B* liegenden Theile. Hierdurch entsteht ein Widerstand, der selbst die Oscillationsweite von *A* kürzer macht, als sie aufser der Berührung mit *B* im leeren Raume seyn würde, woraus eine allmälige Verkürzung der Oscillationsweiten, aber nicht eine Verkürzung ihrer Dauer entstehen mufs. In der Folge wird sich Veranlassung finden, dieses noch genauer zu erörtern.

§. 14. Was wir im vorigen §. aus blofsen Begriffen zu erweisen gesucht haben, ergiebt sich auf das unzweideutigste aus einer allgemeinen akustischen Erfahrung. Jedermann weifs, dafs die Höhe eines Tones nicht die geringste Veränderung leidet, der Ton pflanze sich durch die Luft, auf einem kurzen oder langen Wege fort, er dringe durch dünne oder dicke Wände, oder überhaupt durch Körper von ganz beliebiger Beschaffenheit. Schwächer wird wohl der Ton durch die Fortpflanzung, aber seine Höhe verändert er nicht, also auch nicht die Dauer der Oscillationen.

§. 15. Wenn ich behaupte, dafs eine mitgetheilte Oscillation in Ansehung der Dauer jedes Schlages von der Beschaffenheit des Mittels unabhängig ist, so wird damit nicht gesagt, dafs sie in jeder Beziehung davon unabhängig sei. Es läfst sich in der That in mehr als einer Rücksicht eine Abhängigkeit nachweisen. Besonders gehört dahin die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Oscillationen von Punkt zu Punkt fortpflanzen, denn diese ist von der Geschwindigkeit, mit welcher die oscillirenden Punkte ihre kleine Bahn zurücklegen, völlig unabhängig, und ohne Vergleich gröfser als diese. Diese Geschwindigkeit der Fortpflanzung ist lediglich eine Function von der im fortpflan-

zenden Mittel herrschenden Spannung. Um dieses deutlich zu machen, ist zuerst einiges über die Geschwindigkeit des Schalles zu sagen.

## Von der Geschwindigkeit des Schalles.

§. 16. Alle theoretische Bestimmung der Geschwindigkeit des Schalles ist unsicher, da Newton's Formel für diese Geschwindigkeit in der Luft, ob ihr gleich die allerstrengste Prüfung keinen Fehler hat nachweisen können, dennoch die absolute Gröfse bedeutend zu klein angiebt. Es ist aber für die wissenschaftliche Begründung des physikalischen Theiles der Akustik dasjenige, was aus Beobachtungen hierüber bekannt ist, völlig hinreichend. Am wichtigsten ist es, die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft zu kennen, da der Schall einem menschlichen Ohre äufserst selten durch ein anderes Mittel als die Luft mitgetheilt wird. Für unsern gegenwärtigen Zweck ist es hinreichend zu bemerken, dafs die Geschwindigkeit des Schalles vollkommen gleichförmig ist, und dafs sie mehr als 1000 Fufs in der Secunde beträgt. Was die Fortpflanzung durch feste Körper betrifft, so ist es zwar viel schwieriger, sie durch Versuche sicher zu bestimmen; indessen haben gelegentlich gemachte Beobachtungen gezeigt, dafs sich der Schall durch feste Körper noch ungleich schneller als durch Luft fortpflanzt. So beobachtete Biot, bei einer gegen 3000 Fufs langen Wasserleitung, die aus zusammengefügten Röhren von Gufseisen bestand, dafs sich der Schall durch dieses Eisen mehr wie zehnmal so schnell als durch die Luft fortpflanzte. Andere Beobachter haben diese Geschwindigkeit durch Holz oder andere feste Körper so schnell gefunden, dafs sich die Geschwindigkeit nicht schätzen liefs.

Diese Beobachtungen, verbunden mit der allgemeinen Erfahrung, dafs hohe und tiefe Töne sich mit völlig gleicher Geschwindigkeit durch die Luft und durch alle Körper fortpflanzen, sind mehr als hinreichend, um die Unabhängigkeit der Fortpflanzungs-Geschwindigkeit von der Oscillations-Geschwindigkeit aufser allen Zweifel zu setzen.

Beide Arten von Geschwindigkeit lassen sich allgemein auf folgende Art vergleichen. Ein Ton mache in einer Secunde $n$ Schläge, und sein kleiner Oscillationsraum, den er also in $\frac{1}{n}$ Secunde zurücklegt,

sey $s$. Die Geschwindigkeit des Schalles, also der Weg, den er in einer Secunde zurücklegt, sey $c$; so legt er in $\frac{1}{n}$ Secunde den Weg $\frac{c}{n}$ zurück. Betrachtet man nun die Bewegung, mit welcher ein oscillirender Punkt seine Bahn durchläuft, als gleichförmig, (was bei einer so kleinen Gröfse verstattet ist), so verhalten sich die in gleichen Zeiten gemachten Wege, wie $s:\frac{c}{n}$. Man betrachte nun einen Ton, dessen Oscillationen ungemein schnell sind, z. B. das viermalgestrichene *c*, welches mehr als 4000 Oscillationen in einer Secunde macht. Man setze $s = 0{,}01$ Zoll, $n = 4000$, und $c = 12000$ Zoll, so verhält sich $s:\frac{c}{n} = 1:300$. Bei einem tiefen Ton wird das Verhältnifs noch viel gröfser.

Da also die Geschwindigkeit der Fortpflanzung von der Oscillations-Geschwindigkeit unabhängig, und so weit die Beobachtungen und Untersuchungen reichen, in jedem Mittel anders ist, so folgt, dafs sie lediglich durch die Beschaffenheit des fortpflanzenden Mittels bestimmt ist.

§. 17. Um die Art, wie sich Oscillationen fortpflanzen, noch anschaulicher zu machen, betrachte man die Fortpflanzung eines Tones durch die Luft, und zwar für jetzt nur in einer einzigen geraden Linie *AH* Fig. 2.

Zwischen *B* und *C* oscillire ein Pnnkt (etwa einer gespannten Saite), der in einer Secunde $n$ Schläge macht. Seine natürliche Stelle sei mitten zwischen *B* und *C* in *A*, und er sei aus derselben auf irgend eine Art bis *B* zurückgezogen, vor ihm liege aber in der Linie *BH* ruhende Luft. Es ist nun zu überlegen, was in der Luft geschehen wird, wenn man den Punkt in *B* losläfst?

Es ist klar, dafs er während der ganzen Bewegung von *B* bis *C* gegen die ihn unmittelbar berührende Luft drückt. Jeder Druck bringt aber einige, wenn auch noch so geringe Verdichtung hervor. Die unmittelbar durch den oscillirenden Punkt verdichtete Luft drückt aber nun eben so stätig gegen die ihr nächste, und diese gegen die weiter liegende u. s. w.; kurz, diese Verdichtung pflanzt sich auf der Linie *BH* schnell von Punkt zu Punkt fort. Die Geschwindigkeit, mit der die Verdichtung fortrückt, ist aber nichts anders als die Geschwindigkeit des Schalles, die wir, wie oben, $c$ nennen. Nun legt der oscil-

lirende Punkt seine kleine Bahn $BC = s$ in $\frac{1}{n}$ Secunde zurück, der Schall aber legt in eben der Zeit den Weg $\frac{c}{n}$ zurück. Man nehme nun an, dafs $CD = DE = EF = FG = GH$ u. s. w. dieser Gröfse $\frac{c}{n}$ gleich sei, so ist klar, dafs in dem Augenblicke, wo der oscillirende Punkt die Gränze $C$ erreicht, die erste Luftverdichtung, die er bei dem Anfang seiner Bewegung in $B$ hervorbrachte, bis $D$ fortgerückt, die jenseits $D$ liegende Luft aber noch in Ruhe und in ihrem natürlichen Zustand seyn wird. Hieraus ist nun aber klar, dafs alle Luft, die vorher zwischen $B$ und $D$ ausgedehnt war, nun in dem Raum $CD$ zusammengedrängt, also verdichtet seyn wird. Diese ganze Verdichtung entsteht also dadurch, dafs jeder Punkt derjenigen Luft, die anfangs zwischen $B$ und $D$ enthalten war, eben so, wie der ursprünglich oscillirende Punkt selbst, eine sehr kurze Bewegung gegen $D$ hin gemacht hat. Schlägt nun der oscillirende Punkt von $C$ gegen $B$ zurück, so folgt ihm die bei $C$ befindliche Luft nach, d. h. die verdichtete Luft fängt bei $C$ an, sich zu verdünnen, und diese Verdünnung schreitet eben so schnell, wie vorher die Verdichtung gegen $D$ hin, fort. Da aber die Verdichtung fortfährt, bei $D$ eben so schnell gegen $E$ fortzuschreiten, so ändert sich die Länge der verdichteten Schicht nicht, sondern die Verdichtung, (nicht die verdichtete Luft), rückt nur mit der Geschwindigkeit des Schalles gegen $E$ hin fort. Hat also der oscillirende Punkt wieder die Gränze $B$ erreicht, so befindet sich die Luft-Verdichtung zwischen $D$ und $E$; dagegen ist die Luft zwischen $D$ und $C$ nun in einem verdünnten Zustand, und dieser entstehet dadurch, dafs jedes anfangs zwischen $C$ und $D$ befindliche Lufttheilchen eine kleine Bewegung gegen $B$ hin gemacht hat.

Man sieht leicht, wie diese Betrachtung weiter fortzusetzen ist. Schlägt der oscillirende Punkt zum zweitenmal von $B$ nach $C$, so geht die erste Luft-Verdichtung in $EF$, und die erste Verdünnung in $DE$ über. Bei dem zweiten Rückschlag kommt die erste Verdichtung in $FG$, die erste Verdünnung in $EF$, die zweite Verdichtung in $DE$, und eine dritte Verdünnung in $CD$ u. s. f.

Es müssen also längs der ganzen Linie $BH$ lauter abwechselnde Schichten von verdichteter und verdünnter Luft entstehen, und dieses wenigstens so weit, als der durch den oscillirenden Punkt erregte

Schall hörbar ist. In jeder Verdichtung oscilliren die Punkte der Luft vorwärts, in jeder Verdünnung rückwärts. Die Länge der Verdichtungen oder Verdünnungen ist $\frac{c}{n}$; also, da $c$ eine beständige Gröfse ist, blofs eine Function von $n$, d. i. von der Anzahl der Schläge, die der Ton in einer Secunde macht; also von der Zeit oder Dauer einer Oscillation, aber ganz und gar nicht von der Oscillationsweite $BC$. In eben dem Maafse aber, in welchem $BC$ gröfser oder kleiner ist, sind auch die Räume, innerhalb deren jedes Luft-Theilchen oscilliret, gröfser oder kleiner. Doch werden wir in der Folge sehen, dafs die Oscillationsweiten der Luft-Theilchen nach einem bestimmten Gesetz, mit der Entfernung von den ursprünglichen Oscillationen kürzer werden müssen.

## Von der Verbreitung des Schalles in der Luft.

§. 18. Wir haben im vorhergehenden gesehen, wie sich die Oscillationen in einer einzigen geraden Linie fortpflanzen; jeszt ist zu untersuchen, ob, und auf welche Art sie sich von einem einzigen Punkte aus seitwärts verbreiten.

In $C$ Fig. 3 befinde sich ein körperlicher Punkt, der zwischen den Gränzen $A$ und $B$ ursprünglich oscilliret. Wir haben bemerkt, dafs so wie er von $A$ gegen $B$ schlägt, die vor ihm liegende Luft zusammengedrückt wird. Diese Verdichtung entsteht aber offenbar nicht erst dann, wenn der oscillirende Punkt den Weg $AB$ schon zurück gelegt hat, sondern in jedem Punkte des Raumes $AB$ dauert die Verdichtung der vorliegenden Luft stätig fort. Verdichtete Luft aber strebt in jedem Fall, sich nach allen Seiten auszudehnen; daher werden sich die Oscillationen nicht blofs in der verlängerten Richtung $AB$, (also in $AN$) fortpflanzen, sondern in allen Richtungen, wohin man von den Punkten des Raumes $AB$ aus, eine gerade Linie ziehen kann. Da aber $AB$ in jedem Fall ungemein klein ist, so reicht es hin, alle Richtungen, als von der Mitte $C$ ausgehend zu betrachten. Zieht man also $CM$ in beliebiger Richtung, so müssen in dieser die verdichteten und verdünnten Luftschichten, gerade so wie in der Richtung $CN$ wechseln. Da nun eben dieses von jeder Linie gilt, die man von $C$ aus in der

Luft ziehen kann, so sieht man leicht ein, dafs sich diese Verdichtungen und Verdünnungen, in der Gestalt concentrischer Kugelschichten von $C$ aus verbreiten werden. In der Figur ist angenommen, dafs die Linien $CD$, $DE$, $EF$, $FG$ gleich sind, und die oben bestimmte Länge einer Verdichtung oder Verdünnung vorstellen; dafs ferner aus $C$ durch $D$, $E$, $F$, $G$ u. s. w. Kugelflächen $d\delta$, $e\varepsilon$, $f\phi$, $g\gamma$ u. s. w. gelegt sind, und dafs endlich sich zwischen $C$ und $d\delta$ eine Verdünnung, zwischen $d\delta$ und $e\varepsilon$ eine Verdichtung u. s. f. befinde.

Eine solche kugelförmige Verdichtungs-Schicht wie $d\delta e\varepsilon$ oder $f\phi g\gamma$, nebst der ihr folgenden Verdünnung $Cd\delta$ oder $e\varepsilon f\phi$ u. s. w. nennt man eine Schall-Welle, die Länge einer Verdichtung und Verdünnung zusammen, wie $CE$ oder $EG$, das Maafs oder die Breite einer Schall-Welle, endlich jede aus $C$ gezogene Linie, wie $CN$ oder $CM$, einen Schall-Stral. Dafs die Breite jeder Schall-Welle $= \frac{2c}{n}$ sei, ist aus §. 17. klar.

§. 19. Auf diese Art hat es gar keine Schwierigkeit, nicht nur deutlich, sondern auch anschaulich zu machen, was bei der Verbreitung des Schalles von einem Punkte aus, in der Luft geschieht. In der Wirklichkeit kommt aber nie der Schall aus einem einzigen Punkte; doch begreift man leicht, dafs eine starke Annäherung an die gegebene Vorstellung statt finden müsse, wenn entweder die ursprünglich oscillirenden Punkte sich innerhalb eines kleinen Raumes befinden (z. B. in der Oeffnung eines Blase-Instrumentes, aus welcher der Schall hervortritt), oder wenn dieser Raum zwar von einiger Ausdehnung ist, wie bei Saiten-Instrumenten, der Hörer sich aber in solcher Entfernung befindet, dafs er die ganze Länge unter einem ziemlich kleinen Winkel sehen würde.

Verwickelter wird aber die Sache, wenn sich das Ohr nahe bei der Quelle eines solchen Schalles befindet. Es sei Fig. 4, $AB$ eine tönende Saite, in $C$ befinde sich ein Ohr, so ist klar, dafs ein Luft-Theilchen in $C$ von jedem Punkt der Saite einen Schall-Stral, wie $AC$, $DC$, $IC$, $BC$ u. s. w. erhält. In jeder solchen Richtung erhält also der Punkt $C$ einen Oscillationsschlag; da aber alle diese Stralen von sehr verschiedener Länge sind, so wird der Punkt $C$ in einigen derselben in einer Verdichtung, in andern in einer Verdünnung zu liegen

kommen, d. h. er wird in einigen Stralen einen Stofs erhalten in der Richtung gegen die Saite, in andern hingegen abwärts. (§. 17). Der Anstofs den *C* erhält, ist also in der That sehr zusammengesetzt, und es würde nicht ganz leicht seyn, aus allen diesen Anstöfsen die Richtung des zusammengesetzten Stofses zu berechnen. Es ist indessen die Bestimmung dieser Richtung in akustischer Hinsicht nicht wichtig. Es ist völlig hinreichend zu wissen, dafs alle Schläge, die der Punkt *C* erhält, gleichzeitig sind, und dafs daher auch das Ergebnifs aller dieser Schläge nichts als eine einzige gleichzeitige Oscillation seyn könne, wie sich leicht aus den ersten Begriffen von der Zusammensetzung jeder beliebigen Art von Bewegungen deutlich machen läfst. In welcher Richtung diese zusammengesetzten Oscillations-Schläge das Ohr treffen, ist für die Höhe des Tones gleichgültig.

Ob man unter solchen Umständen noch von regelmäfsigen Schall-Wellen reden könne, ist nicht leicht deutlich zu machen; und diese Betrachtung mag wohl der Grund seyn, warum Lagrange in mehreren Stellen seiner *Recherches*, die Vorstellung von Schall-Wellen, die zuerst Newton aufgestellt hatte, gänzlich verwirft, obgleich ihre Realität unbestreitbar ist, sobald man den Schall, als von einem Punkte, oder auch von einem kleinen Raume ausgehend, betrachtet.

§. 20. Noch verwickelter wird das Spiel der Oscillationen, wenn eine Menge von verschiedenen Tönen zugleich klingen. Auf Anschaulichkeit mufs man dabei gänzlich Verzicht thun. Aber der Verstand reicht weiter als die Einbildungskraft oder das Anschauungs-Vermögen: denn er vermag, Deutlichkeit in die verwickeltsten Erscheinungen zu bringen, welche die Einbildungskraft nicht vermögend ist, in ein anschauliches Bild zusammen zu fassen, wofern er nur im Stande ist, die einfachen Bestandtheile der Erscheinung auf deutliche Begriffe zu bringen. Es kommt nämlich hierbei auf die Anwendung eines Satzes an, der aus den ersten Begriffen der Bewegungslehre deutlich hervorgeht, wenn diese Lehre rein mathematisch und von allen physikalischen Begriffen abgesondert vorgetragen wird. Legt man nämlich einem Punkte vielerlei relative Bewegungen (z.B. dem Punkte *C* Fig. 4 in den Richtungen *AE*, *DF*, *IG*, *BH* etc.) mit gegebenen Geschwindigkeiten bei, und bestimmt dar-

aus seine absolute Richtung und Geschwindigkeit, so ist es in jedem Fall absolut einerlei, ob man sagt, der Punkt habe die einzige absolute Bewegung, oder er habe alle die einzelnen Bewegungen, die man ihm in Beziehung auf die gegebenen Richtungen beilegt. Man darf daher in jedem Fall beide Vorstellungsarten, ohne einen Irthum zu besorgen, vertauschen. Aus diesem Satze folgt aber, dafs man bei der Zusammensetzung noch so vieler Bewegungen, dennoch jede einzelne für sich so betrachten kann, als ob sie ganz allein da wäre.

Wendet man diesen Satz auf unsern Gegenstand an, so ist man berechtigt, jeden Schall-Stral, der durch $C$ geht, z.B. $IG$ so zu betrachten, als ob er ganz allein da wäre; d.h. man kann und mufs annehmen, dafs in jedem Punkte $C$ dieses Strales die Oscillations-Bewegung wirklich realisirt sei, die an dieser Stelle statt finden würde, wenn er ganz allein da wäre. Denn obgleich seine absolute Bewegung in diesem Punkte ganz anders seyn mag, so ist doch in derselben die Wirkung derjenigen Oscillation mit enthalten, die er in dem einzigen Stral, wenn dieser allein da wäre, erhalten würde.

Hieraus wird auch begreiflich, obgleich nicht anschaulich, dafs wenn das Ohr in $C$ nicht gleichzeitige, sondern Oscillationen von verschiedener Dauer, also von verschiedenen Tönen erhält, man jederzeit berechtigt sei zu behaupten, das Ohr werde von jeder Oscillation gerade so gerührt, als ob sie ganz allein da wäre.

Um indessen die Kräfte der Phantasie bei diesen Ansichten nicht ganz ungenutzt zu lassen, so giebt uns die Natur ein recht lehrreiches und anschauliches Bild von einer Verbindung vieler Bewegungen, die sich auf die mannigfaltigste Art durchkreuzen und schneiden, ohne dafs eine die andere stört, in den kreisförmigen Wellen, welche auf der Oberfläche eines ruhigen Wassers entstehen, wenn man kleine Körper hineinwirft. Man sieht leicht, dafs die Benennung von Schall-Wellen, von dieser Erscheinung entlehnt ist.

## Zurückwerfung des Schalles.

§. 21. Auch hier mufs die Betrachtung von den einfachen Bestandtheilen der Erscheinung ausgehen. Es sei also in $C$ Fig. 5. die

ursprüngliche Quelle eines Schalles, $AB$ sei die Oberfläche irgend eines festen (oder auch flüssigen) Körpers, und auf den Punkt $D$ derselben falle der Schall-Stral $CD$. Da wir oben gezeigt haben, dafs alle körperliche Materie ohne Ausnahme die Eigenschaften besitzt, durch welche Oscillationen möglich werden, (Prefsbarkeit und Spannkraft), so mufs der Punkt $D$ durch die Schläge des äufsersten Luft-Theilchens in dem Stral, nothwendig in gleichzeitige Oscillationen versetzt werden. Hierbei wirken die Schläge der Luft nicht anders als jede andere mechanische Kraft, auf $D$, d. h. man wird die Oscillationen dieses Punktes als ursprüngliche betrachten können. Es wird folglich durch dieselben die Luft gerade so, wie §. 18. in Oscillationen versetzt, die sich nach allen Seiten verbreiten, wohin man nur von $D$ aus eine gerade Linie ziehen kann. Es spaltet sich folglich der Stral $CD$ in unendlich viele Stralen. Man kann also nicht sagen, wie man oft angenommen hat, dafs der Stral $CD$, von dem Punkte D in einer einzigen Richtung, nach den Gesetzen des elastischen Stofses reflectirt werde, so dafs der zurückgeworfene Schall in der einzigen Richtung $DE$ fortgehe, wenn man den Winkel $BDE = ADC$ macht.

Würde der Schall auf solche Art zurückgeworfen, so geschähe es eben so, wie ein Lichtstral $CD$ von einer polirten Fläche $AB$ zurückgeworfen wird. Dieses ist schon deswegen als allgemeiner Satz höchst unwahrscheinlich, da die Fläche $AB$, in Beziehung auf bewegte Luftheilchen, gar nicht als polirt angesehen werden kann; was doch ohne Zweifel nöthig ist, wenn so kleine Bewegungen, als Oscillationen sind, in einer so genau bestimmten Richtung zurückgeworfen werden sollten. Dagegen hat die Zurückwerfung des Schalles die gröfste Aehnlichkeit mit der Art, wie ein Lichtstral von einer unpolirten Fläche reflectiret wird. Denn ist $CD$ ein Lichtstral, so zerstreut sich auch das Licht nach allen Seiten.

§. 22. Es giebt indessen manche Erscheinungen, welche doch eine Reflexion nach den Gesetzen des elastischen Stofses vorauszusetzen scheinen: aber diese lassen sich ohne Schwierigkeit erklären, wenn man annimmt, dafs die Zurückwerfung des Schalles mit der Zerstreuung des Lichtes völlig gleiche Gesetze befolge. Man darf nämlich eine nur einigermaafsen ebene Fläche sehr schräge gegen ein lebhaftes Licht

halten, um sich zu überzeugen, dafs das zerstreute Licht nicht in allen Richtungen von gleicher Stärke ist. Am lebhaftesten ist es immer in der Richtung $DE$; auch wird es lebhafter, je kleiner die Winkel $ADC$ und $BDE$ sind. Nimmt man nun an, dafs es sich bei der Reflexion des Schalles eben so verhalte, so wird dadurch manche Erklärung akustischer Erscheinungen an Ungezwungenheit gewinnen.

§. 23. Es erklären sich hieraus sehr befriedigend die Erscheinungen des Wiederhalles und des Echo.

Der Wiederhall entstehet allezeit, und unvermeidlich, in eingeschlossenen Räumen von einigem Umfang, und es hat damit folgende Bewandnifs. Es sei $AB$ Fig. 6. die Wand eines Zimmers; in $C$ sei die ursprüngliche Quelle eines Schalles; in $D$ befinde sich das Ohr. Unter diesen Voraussetzungen erhält das Ohr den Schall unmittelbar nur durch den Stral $CD$. Da aber auch jeder Punkt der Wand, wie $A$, $E$, $F$, $G$ von $C$ aus einen Stral erhält, von jedem solchen Punkte aber der Schall nach allen Seiten zurückgeworfen wird, so erhält das Ohr auch durch unendlich viele reflectirte Stralen, $AD$, $ED$, $FD$, $GD$, gleichzeitige Oscillationsschläge. Nun mufs zwar jeder einzelne zurückgeworfene Stral weit schwächer seyn, als jeder ursprüngliche. Aber was jedem einzelnen an Stärke abgeht, wird vollkommen durch ihre unendliche Menge ersetzt. Denn in der That bekommt das Ohr von jedem Punkte der Wände, von wo man zwei freie Linien, die eine nach $C$, die andere nach $D$ ziehen kann, einen reflectirten Stral.

Diese Stralen verstärken den Schall beträchtlich, so fern man annehmen kann, dafs ihre Oscillationen zugleich, oder in äufserst kleinen Zwischenzeiten, zum Ohr kommen. Diese Annahme findet aber blofs in kleinen Räumen statt. Es ist nämlich klar, einmal: dafs reflectirte Oscillationen sich eben so schnell als ursprüngliche in der Luft fortpflanzen; und dann: dafs der Weg jedes reflectirten Schalles, z. B. $CG + GD$ gröfser ist, als der Weg des ursprünglichen $CD$. Folglich kommt jede reflectirte Oscillation später nach $D$, als die ursprüngliche. Bei der grofsen Geschwindigkeit der Fortpflanzung aber ist in Zimmern von mäfsiger Gröfse der Unterschied der Zeit, in welcher die ursprünglichen und reflectirten Stralen in das Ohr kommen, so klein, dafs er

unserm Gefühl für Einen Augenblick gelten kann. Denn wäre auch z. B. der Weg $CE + ED$ um 50 Fufs länger als $CD$, so legt der Schall diese 50 Fufs in $\frac{1}{20}$ Secunde zurück, welches für das Ohr so gut als ein Augenblick ist.

In grofsen Sälen hingegen kann der Fall vorkommen, dafs der Weg der reflectirten Stralen, den der ursprünglichen um 100 und mehr Fufs übertrifft; dann gewinnt ein augenblicklicher Schall eine bemerkbare Dauer, und dieses ist es, was man den Wiederhall nennt.

§. 24. Gänzlich vermeiden kann man in umschlossenen Räumen den Wiederhall nie, und er kann da, wo öffentlich gesprochen werden soll, sehr beschwerlich werden. Denn, wird z. B. der Klang einer einzigen Sylbe durch den Wiederhall in den Zeitraum zweier Sylben ausgedehnt, wozu eben keine sehr lange Dauer des Wiederhalles erforderlich ist, so begreift man leicht, dafs dadurch die Rede unverständlich werden mufs, weil man die zweite Sylbe schon höret, während die erste noch nicht verklungen ist.

Vermindern kann man den Wiederhall hauptsächlich durch eine schickliche Gestalt des Saales. Die lange und schmale Gestalt fast aller unserer Kirchen und Säle, die zu öffentlichen Vorträgen bestimmt sind, ist unter allen die man wählen kann, die ungünstigste, nicht blofs deswegen, weil der reflectirte Schall in manchen Richtungen einen sehr langen Weg machen mufs, sondern auch, weil zwischen den langen Seitenwänden, wegen ihrer geringen Entfernung von einander, eine doppelte oder mehrfache Reflexion entstehen kann. Bisweilen kann der Sprechende dadurch den Wiederhall unschädlicher machen, dafs er nicht sehr laut, aber langsam und deutlich spricht. Denn je stärker die Sprache ist, desto lauter spricht auch der Wiederhall mit. Aus Erfahrung und Gründen scheint die Gestalt, welche sich der quadratischen nähert, die vortheilhafteste zu seyn.

Für die Musik ist der Wiederhall, wenn er nur nicht allzustark ist, eher vortheilhaft als nachtheilig.

§. 25. Vom Wiederhall unterscheidet sich das Echo nur dadurch, dafs zwischen dem ursprünglichen und reflectirten Schall eine bemerkbare Zeit verstreicht.

In den meisten Fällen läfst sich das Echo aus den Gesetzen des elastischen Stofses nicht erklären. Dagegen lassen sich die Bedingungen der Entstehung aus der vorgetragenen Theorie ungezwungen, und auf eine mit der Erfahrung völlig einstimmige Art erklären. Die Bedingungen des Entstehens eines einfachen Echo sind folgende.

Man denke sich im Freien um den Ort eines Beobachters zwei grofse Kreise beschrieben; den kleineren mit einem Halbmesser von einigen hundert Fufsen; wir wollen 300 annehmen; den anderen mit einem 25 Fufs gröfsern. Den innern Raum des kleinern Kreises denke man sich ziemlich eben und frei von hohen Gegenständen. In dem Zwischenraum beider Kreise aber befinden sich in beliebigen Lagen kleine Gruppen hoher Gegenstände, Häuser, Mauern, Felswände, Bäume, hohes Gebüsch und dergleichen. Unter diesen Voraussetzungen mufs der Beobachter ein deutliches Echo nach etwas mehr als einer halben Secunde hören. Denn von den 300 Fufs entfernten Gegenständen hat der zurückgeworfene Schall einen Weg von 600 Fufs, von den 325 Fufs entfernten, einen Weg von 650 Fufs zu machen. Jener wird ungefähr in 0,60, dieser in 0,65 Secunden zurückkommen. Der Unterschied von 0,05 ist klein genug, um allen reflectirten Schall als einen augenblicklichen zu empfinden, und man hört ihn ungefähr 0,6 Secunden nach dem ursprünglichen.

Man sieht hieraus, dafs zur Entstehung eines Echo ausgedehnte Flächen gar nicht nothwendig sind, und dafs, wie die Erfahrung vielfältig lehrt, Waldungen von einer schicklichen Lage ein sehr gutes Echo machen können, indem jede Oberfläche, auf welche der Schall trifft, wäre es auch nur die Oberfläche eines leichten Blattes, zurückkehrende Oscillationen hervorbringt. Auch ist klar, dafs gar nicht nothwendig der ganze Zwischenraum der beiden angenommenen Kreise mit hohen Gegenständen besetzt sein mufs. Sie können in ganz beliebiger Ordnung und Stellung, und gruppenweise stehen, wofern nur die reflectirenden Punkte zahlreich genug sind, um den zurückkehrenden Schall bemerklich zu machen.

§. 26. Ein doppeltes oder mehrfaches Echo kann auf mehr als eine Art entstehen. Man denke sich in dem Zwischenraum

der beiden angenommenen Kreise zwei hinlänglich ausgedehnte Gruppen von Gegenständen einander gerade gegenüber, so erhält man das erste Echo, wie vorher, nach 0,6 Secunden; aber der beiderseitige Schall geht nun über den Ort des Beobachters hinaus nach der gegenüberstehenden Gruppe, und kehrt nun als zweites Echo, 1,2 Secunden nach dem ursprünglichen Schall zurück. Ist das zweite Echo noch lebhaft genug, so kann eben so ein drittes u. s. w. entstehen. Oder man denke sich, aufser den beiden angenommenen Kreisen, noch zweie, mit Halbmessern von 600 und 625 Fufs beschrieben. Befinden sich in den Zwischenräumen der letztern an einer oder mehr Stellen, Gruppen von Gegenständen, und zwar gerade an solchen Stellen, wo der Zwischenraum der kleineren Kreise leer ist, so hört der Beobachter, 0,6 Secunden nach dem ursprünglichen Schall, das erste Echo von den näheren, und nach 1,2 Secunden ein zweites von den entfernteren Gegenständen. Man sieht leicht, wie mancherlei Abänderungen dabei statt finden können.

§. 27. In elliptischen Sälen hört man bekanntlich einen Schall, der in dem einen Brennpunkte entsteht, in dem andern Brennpunkte deutlicher und stärker, als an jeder andern Stelle. Es ist möglich, aber gar nicht nothwendig, dieses aus einer Zurückwerfung des Schalles nach den Gesetzen des elastischen Stofses zu erklären. Zur Erklärung genügt es schon zu bemerken, dafs (wegen einer bekannten Eigenschaft der Ellipse) aller Schall, der von einem Brennpunkt zum andern durch Zurückwerfung gelangt, einen gleich langen Weg, von der Länge der grofsen Achse zu machen hat. Jeder augenblickliche Schall, der in dem einen Brennpunkt erregt wird, kommt eigentlich doppelt im andern Brennpunkte an, einmal unmittelbar, und dann auch durch Zurückwerfung von den Wänden; aber (wenn der elliptische Raum nicht viele hundert Fufs lang und breit ist), so schnell hinter einander, dafs das Ohr nur einen Schall hören wird. Hierzu kommt, dafs der unmittelbare Schall, der nur von sehr wenigen Schallstralen herrührt, weit schwächer seyn dürfte, als der von unendlich vielen Stralen herrührende reflectirte. Der zweite Schall würde eben so augenblicklich seyn als der erste, wenn der ganze Cubik-Raum die Gestalt eines länglichen Ellipsoides hätte. Haben aber nur die Wände

eine elliptische Krümmung, so wird der Wiederhall von den obern Theilen derselben allerdings etwas später als von den untern im zweiten Brennpunkt anlangen.

Diese Erscheinung macht übrigens doch die oben §. 22 bemerkte Hypothese, dafs der reflectirte Schall in der Richtung, wohin ein Lichtstral von der Spiegelfläche gehen würde, am stärksten sei, ziemlich wahrscheinlich. Denn auf diese Art wird der Schall im zweiten Brennpunkte nicht nur fast augenblicklich, sondern auch stärker als in andern Stellen anlangen.

Sehr entscheidend für das §. 21 aufgestellte Hauptgesetz ist die Erfahrung, dafs auch in grofsen kreisförmig ummauerten Räumen, besonders unter einer halbkugelförmigen Kuppel, etwas ähnliches statt findet, indem zwei Personen die einander gegenüber, und fast um den ganzen Durchmesser von einander entfernt stehen, sich ziemlich leise mit einander unterhalten können, wenn der Sprechende gegen die nahe Wand redet. Es dürfte schwerlich möglich seyn, diese Erscheinungen aus Reflexionen nach den Gesetzen der Spiegelung zu erklären. Vergleicht man aber die Längen der Wege, auf welchen der Schall von einem Endpunkte des Durchmessers zu dem andern gelangen kann, so läfst sich zeigen, dafs der Unterschied des längsten und kürzesten Weges sehr wenig mehr als 0,4 des Durchmessers beträgt. Setzt man diesen 120 Fufs, so ist dieser Unterschied ungefähr 48 Fufs. Hieraus läfst sich aber leicht berechnen, dafs aller von dem Kugelgewölbe reflectirter Schall, fast in einem Augenblick (nämlich in weniger als $\frac{1}{20}$ Secunde) am andern Endpunkte des Durchmessers anlangt. Irre ich nicht, so ist dieses die einzig mögliche Art, diese Erscheinung befriegend zu erklären.

## Von der Stärke des Schalles.

§. 28. Zuerst müssen wir ganz im Allgemeinen überlegen, wovon die Stärke des Schalles abhängig sei, wobei wir uns wieder auf den Schall in der Luft beschränken, weil ein menschliches Ohr selten oder nie den Schall durch ein anderes Mittel erhält, und weil das, was in Ansehung der Luft zu bemerken ist, sich leicht auch auf andere Mittel anwenden läfst.

Unmittelbar kann unstreitig die Stärke des Schalles, so fern man einen einzigen Schallstral betrachtet, von nichts abhängen, als von der Lebhaftigkeit oder Kraft, mit welcher die Oscillationsschläge der Luft das Trommelfell des Ohres treffen. Es ist aber aus den ersten Elementen der Mechanik bekannt, dafs sich die Kraft der Bewegungen bei gleicher Geschwindigkeit, wie die bewegten Massen, und bei gleichen Massen, wie die Geschwindigkeiten verhalte. Es entsteht also nun die Frage, wie die Begriffe von Masse und Geschwindigkeit auf oscillirende Bewegungen angewendet werden können.

§. 29. Körperliche Massen, welche sich Oscillationen mittheilen, befinden sich allezeit in Berührung mit einander. Es scheint daher nöthig, erst die Vorstellung einer Berührung auf deutliche Begriffe zurück zu führen.

Wenn sich zwei gleichartige oder ungleichartige körperliche Flächen berühren, so kann man mit gleichem Rechte sagen, die Berührung geschehe in einer oder in zwei Flächen. Denkt man sich nämlich an der Stelle, wo man eine Berührung betrachtet, eine blofs geometrische Fläche, so kann man sagen: die Berührung geschehe in dieser einzigen Fläche. Erwägt man aber, dafs diese geometrische Fläche zwei Seiten hat, deren eine diesseits, die andere ganz jenseits liegt, und von denen jede wieder mit einer der angenommenen körperlichen Oberflächen zusammen fällt, so kann man sagen, die Berührung geschehe in diesen beiden Flächen. Nun kann man aber jede Fläche vorstellen als einen Körper von unendlich kleiner Dicke; daher kann man eben so richtig sagen: dafs die sich berührenden Massen zwei körperliche Schichten oder Scheiben sind, denen man gleiche, aber unendlich kleine Dicken beilegen kann. Hierdurch entstehet der Begriff eines Volumens, auf welches sich der Begriff der Masse bestimmt anwenden läfst.

Das Volumen zweier sich berührenden Scheiben mufs aber in der Regel als gleich betrachtet werden: denn dafs sie in Länge und Breite congruent sind, ist unmittelbar klar; legt man ihnen aber auch noch zwar unendlich kleine, aber gleiche Dicke bei, so sind alle Bedingungen der Congruenz vollständig vorhanden. Haben aber die sich berührenden Scheiben gleiches Volumen, so verhalten sich ihre Massen

wie ihre Dichtigkeiten. Und aus dieser Betrachtung ergiebt sich das Recht, diese statt der Massen zu setzen.

Um keiner Dunkelheit Raum zu lassen, bemerke man noch folgendes. Es macht einen zwar nur unendlich kleinen, aber dennoch nicht zu übersehenden Unterschied in der Anwendung des Begriffes der Masse, ob man die sich berührenden Scheiben als ebene, oder ob man sie als gekrümmte betrachtet. Im ersten Fall ist das Volumen derselben absolut congruent. Denkt man sich aber zwei sich berührende concentrische Kugelschichten, so ist die vom Mittelpunkt entferntere allerdings gröfser als die nähere. Betrachtet man aber ihre Dicke als ein Unendlichkleines der ersten Ordnung, so ist der Unterschied des körperlichen Volumens von der zweiten Ordnung, und kann daher in der Regel mit vollkommenem Rechte als Null betrachtet werden. Doch würde die stätige Zunahme des Volumens, wenn man sich den Halbmesser einer Kugel als stätig wachsend vorstellt, nicht auf deutliche Begriffe zu bringen seyn, wenn man diesen Unterschied unbeachtet liefse.

Was hier von berührenden Flächen gesagt worden, findet auch Anwendung auf berührende Punkte. Man kann sie in jedem Fall als zwei unendlich kleine Körper von gleichem Volumen vorstellen, deren Massen sich folglich wie ihre Dichtigkeiten verhalten. Doch findet auch hier der eben erörterte Unterschied statt, ob man die beiden sich berührenden Punkte vorstellt, als einer Ebene, oder als einer gekrümmten Fläche angehörig.

§. 30. Was aber die Geschwindigkeit betrifft, so ist schon oben (§. 8.) bemerkt worden, dafs die Geschwindigkeit einer Oscillation in jedem Punkte des Oscillations-Raumes eine andere ist. Nun sind aber alle Oscillationen, welche einen Ton erregen, so schnell, dafs jeder Schlag für einen Augenblick gelten mufs. Legt also ein oscillirender Punkt der Luft, welcher in einer Secunde $n$ Schläge macht, in dem kleinen Zeitraum einer $\frac{1}{n}$ Secunde den äufserst kleinen Raum $s$ zurück, so ist es für unser Gefühl einerlei, ob der fast augenblickliche Schlag den Weg $s$ in der Zeit $\frac{1}{n}$ Secunde gleichförmig oder ungleichförmig zurücklegt. Betrachten wir nun die Bewegung als gleichförmig, so verhält sich die Geschwindigkeit, alles übrige gleich gesetzt, wie der Oscilla-

tions-Raum *s*. Hieraus folgt also das zweite Gesetz: dafs bei unveränderter Dauer der Oscillationen, d. i. bei gleichbleibender Höhe eines Tones, die Stärke desselben sich wie die Gröfse der Oscillationsweite verhält.

Auch dieses Gesetz bestätigt sich durch eine sehr einfache und allgemein bekannte Erfahrung. Wenn man eine angeschlagene Saite, oder noch besser eine oscillirende Stimmgabel verklingen läfst, so ändert sich die Höhe des Tones auf keine dem geübtesten Ohr bemerkbare Art, d. h. die Dauer der Oscillationen bleibt gleich; aber die Oscillationsweiten werden immer kleiner, und mit ihnen nimmt zugleich die Stärke des Tones ab.

§. 31. Hieraus ergiebt sich nun, dafs die Abnahme des Schalles mit der Entfernung von der Quelle des Schalles, von nichts anderem herrühren könne, als davon, dafs die Oscillationsweiten bei Verbreitung des Schalles mit der Entfernung immer kürzer werden; denn die Dichtigkeit der Luft könnte nur dann einigen Einflufs haben, wenn der Schall aus sehr grofsen Höhen nach der Tiefe, oder umgekehrt fortginge. Die ersten Elemente der rein mathematischen Bewegungslehre sind völlig hinreichend, die Ursache und das Verhältnifs dieser Abnahme genau zu bestimmen.

Man betrachte wieder Fig. 3, und erinnere sich alles dessen, was §. 18. über die Verbreitung des Schalles durch die Luft gesagt worden. Unter $CN$ lege man einen Winkel $NCO = NCM$, und stelle sich unter $CN$ die Achse eines Kegels $MCO$ vor, dessen Spitze in $C$ liegt. Dieser Kegel umfasset alle Schall-Stralen, die sich von $C$ aus innerhalb seines Raumes ausbreiten können. Man wähle auf einer der von $C$ aus gezogenen Linien, etwa auf $CN$, zwei Punkte $H$ und $K$ beliebig, und lege durch diese aus dem Mittelpunkt $C$ zwei Kugelflächen, von welchen die in den Kegel fallenden Stücke $PQ$ und $RS$ kreisförmige Abschnitte sind. In jedem dieser Abschnitte befinden sich alle Punkte der Luft in gleicher und gleichzeitiger Oscillation; und zwar, wenn $PQ$ in einer Verdichtung liegt, von $C$ abwärts; wenn aber $RS$ in einer Verdünnung liegt, gegen $C$ hinwärts. Nun kann, nach den Grundlehren der Mechanik, kein Körper mehr Bewegung mittheilen, als er selbst hat,

woraus folgt, daſs in der kreisförmigen Fläche $PQ$ nicht mehr oder weniger Bewegung seyn kann, als in $RS$. Da nun die oscillirenden Massen in beiden Flächen gleiche Dichtigkeit haben, so kann der Foderung, daſs in $PQ$ und $RS$ gleichviel Bewegung seyn soll, nur dadurch Genüge geschehen, daſs die Oscillationsweiten in $RS$ in demselben Verhältniſs kleiner sind, als in $PQ$, in welchem die Fläche $RS$ gröſser ist als $PQ$. Nun stehen diese Flächen im geraden Verhältniſs mit den Quadraten der Halbmesser $CH$ und $CK$; folglich muſs die Gröſse der Oscillationsweiten, und mit ihnen die Stärke des Schalles im umgekehrten Verhältniſs mit den Quadraten der Entfernung stehen.

§. 32. Da wir bei dem Beweise vorausgesetzt haben, daſs der Schall von dem einzigen Punkte $C$ ausgehe, so ist klar, daſs es in voller Strenge auch nur für diesen idealischen Fall gelte. Verbreitet sich aber ein Schall von mehreren Punkten, das Ohr hat aber eine solche Stellung, daſs man ohne erheblichen Fehler sagen kann: es sei von jedem schallenden Punkte gleichweit entfernt, so befolgt die Stärke des Schalles in jedem Stral den das Ohr erhält, dieses Gesetz, und so wird das Gesetz auch unter diesen Voraussetzungen anwendbar bleiben. Dieses wird also der Fall seyn, wenn entweder der Raum aus welchem der Schall kommt, wirklich sehr klein, oder wenn er wenigstens im Verhältniſs gegen die Entfernung des Ohres klein ist.

Kommt dagegen der Schall aus mehreren Punkten, deren Entfernung vom Ohr sehr verschieden ist, wie wenn z. B. $AB$ Fig. 4. eine schallende Saite, in $C$ aber das Ohr wäre, so würde es zwar nicht unmöglich, aber doch immer etwas schwierig seyn, die Stärke des Schalles in $C$ zu bestimmen, weil man dazu die Oscillationsweite des Luft-Theilchens $C$ berechnen müſste, welche das Resultat aller Oscillationsschläge ist, welche der Punkt $C$ durch alle von $AB$ kommenden Stralen erhält. Indessen ist eine genauere Schätzung der Stärke des Schalles unter diesen Umständen selten oder nie ein Bedürfniſs, und es ist hinreichend, nur zu bemerken, daſs der Schall um so stärker wird, je gröſser die Anzahl der Punkte ist, von welchen das Ohr in $C$ Schall-Stralen erhält. Welches dritte Gesetz,

ungeachtet seiner Unbestimmtheit, demohngeachtet sorgfältig zu bemerken ist, weil man es zur richtigen Beurtheilung vieler Erscheinungen nicht entbehren kann.

§. 33. Mit dieser Theorie von der Stärke des Schalles müssen wir eine sehr merkwürdige und lehrreiche Beobachtung des Herrn Biot verbinden. An eben der cylindrischen gegen 3000 Fufs langen Röhre von Gufseisen, die schon oben (§. 16.) erwähnt worden, beobachtete er, dafs der leiseste Schall (z. B. das Schlagen der Unruhe einer Taschenuhr) an dem anderen Ende, ungeachtet der grofsen Entfernung, so ungeschwächt gehört wurde, als ob man dichte dabei wäre.

Dieser Erfolg konnte nur statt finden, wenn die Oscillationsweiten die ganze Röhre hindurch von gleicher Gröfse blieben. Von gleicher Gröfse aber konnten sie nur bleiben, wenn sie sich nicht ausbreiteten, und selbst nicht der innern Fläche des Eisens Oscillationen mittheilten. Dieses führt aber nothwendig zu der Folgerung, dafs die Schallstralen längs der ganzen Röhre parallel mit der Achse fortgingen; desgleichen, dafs Schallstralen die einer Fläche parallel laufen, derselben keine, oder unmerklich wenig Oscillations-Bewegung mittheilen.

§. 34. Diese Folgerungen werfen wieder Licht auf die Theorie der Sprach- und Hör-Röhre, an deren Gestalt man so viel, aber ohne allen Erfolg gekünstelt hat, weil man dabei von einer Reflexion der Stralen nach katoptrischen Gesetzen ausging.

Die Erklärung der Wirkungen des Sprachrohrs ist ganz einfach folgende. In einer etwas langen kegelförmigen Röhre, deren entgegengesetzte Seiten nur unter einem kleinen Winkel divergiren, werden die Schallstralen verhindert, sich seitwärts auszubreiten, und gezwungen, fast parallel zu bleiben. Die äufsersten Stralen laufen parallel längs den Wänden, und theilen denselben wenig oder gar keine Oscillations-Bewegung mit. Daraus erklärt sich, warum zu Folge der Erfahrung die Materie, woraus das Rohr besteht, ziemlich gleichgültig, und dafs die ganz einfache schlichte Kegelgestalt die beste ist. So lange die Oscillationen innerhalb des Rohres bleiben, können sich die Oscillationsweiten nur wenig verkürzen. Tritt aber der Schall aus dem Rohre hervor, so werden sich zuerst nur die äufsersten Stralen seitwärts ausbreiten; in

der Mitte behalten sie aber, bis in ziemlich grofsen Entfernungen, die Richtung bei, welche sie im Rohr erhalten haben, bis allmälig die Seitenverbreitung der äufsersten Stralen bis zur Achse des Rohres fortschreitet, wo dann der Schall nach den Gesetzen der freien Verbreitung fortgeht, doch mit einer Stärke, als käme er aus einem näher liegenden Punkte als aus der Mundöffnung des Rohres.

§. 35. Auch alle Künsteleyen an der Gestalt des Hörrohres sind ohne alle Wirkung geblieben, oder haben wohl gar die Wirkung beeinträchtigt. Meines Erachtens würde auch bei diesem die ganz schlichte Kegelgestalt die beste seyn. Denn die Wirkung beruhet unstreitig darauf, dafs man die Schallstralen zwingt zu convergiren, wodurch eine Vergröfserung der Oscillationsweiten, also eine Verstärkung des Schalles, entstehen mufs. Ich kann es auch nicht für vortheilhaft halten, wenn man das Hörrohr krümmt, und den Schall nöthigt, von den innern Flächen reflectirt zu werden. Es giebt Hörröhre, wo man dem Schall allerlei Flächen, an denen er sich brechen mufs, recht künstlich entgegenstellt. Die Folge ist, dafs jedes kleine in der Luft vorhandene Geräusch verstärkt zum Ohr gelangt, so dafs man stets ein ähnliches Brausen als an gewissen Muscheln hört, wodurch natürlich die Haupttöne, die gehöret werden sollen, an Deutlichkeit verlieren.

## Von der Mittheilung der Oscillationen zwischen ungleichartigen Mitteln.

§. 36. Bis jetzt haben wir den Schall blofs betrachtet, wie er sich in der Luft oder auch in einem anderen völlig gleichartigen Mittel fortpflanzt, oder auch in demselben Mittel durch Zurückstralung verbreitet. Und wenn von der Mittheilung der Oscillationen einer Saite, einer Stimmgabel oder eines andern schallenden Körpers an die Luft, oder von der Luft an die Oberfläche eines andern Körpers die Rede war, so genügte es zu zeigen, dafs die mitgetheilten Oscillationen den mittheilenden gleichzeitig seyn müssen. Es ist aber jetzt genauer zu untersuchen, ob und was für Veränderungen dabei in der Gröfse der Oscillationsweiten, in der Stärke des Schalles, und vielleicht auch in

der Art, wie sich die Stralen im Innern des Körpers verbreiten, vorgehen möchten.

Soll diese Frage mathematisch behandelt werden, so führt sie zu schwierigen Problemen. Aber nach dem Plane, den ich mir in dieser Abhandlung vorgezeichnet habe, ist die Frage mehr physikalisch als mathematisch zu behandeln. Doch wird es dienlich seyn, zuerst zu untersuchen, was aus den anerkannten Gesetzen des elastischen Stofses, zur Beantwortung der Frage folge.

§. 37. Dafs alle Mittheilung der Oscillationen durch den Stofs geschehe, liegt unmittelbar in dem Begriff, und aus der ungemeinen Kleinheit aller Oscillationsweiten darf man mit Sicherheit schliefsen, dafs die durch einen Oscillationsschlag entstehende Verschiebung der Theile nie die Gränzen der vollkommenen Elasticität überschreite. Wir haben ferner im 29sten §. gezeigt, dafs man zwei körperliche Punkte, die sich berühren, als unendlich kleine Körper von gleichem Volumen betrachten könne, deren Massen sich daher wie die Dichtigkeiten der Materien verhalten, denen sie angehören. Nach diesen Betrachtungen kann man alles als gegeben betrachten, was zur Anwendung der Gesetze des Stofses auf die Oscillationen bekannt seyn mufs. Der Grund aber, warum dennoch diese Gesetze keine vollständige Beantwortung der Frage geben können, ist folgender. In der Theorie des Stofses betrachtet man zwei Körper $A$ und $B$ als völlig frei, d. h. man siehet ab von jeder andern mitwirkenden Kraft, obgleich in der Wirklichkeit die Mitwirkung anderweitiger Kräfte gar nicht zu vermeiden ist. Dafs aber dennoch die Versuche, welche man mit elastischen Kugeln anstellt, den Erfolg ziemlich genau der Theorie gemäfs zeigen, rührt daher, weil der Widerstand der Luft und andere Hindernisse der Bewegung, in Rücksicht des Gewichtes der Kugeln, immer nur klein sind. Ganz anders ist aber der Fall, wenn ein oscillirender Punkt $A$ gegen einen anderartigen Punkt $B$ stöfst, denn dieser hat hinter sich und rund um sich herum eine unendliche Menge gleichartiger Punkte $C$, $D$, $E$, $F$ etc., denen er nun seinerseits die durch den Schlag des Punktes $A$ empfangene Bewegung mitzutheilen genöthigt ist. Aber weder der Punkt $B$ selbst, noch die um ihn liegenden, können wegen der Spannung, in der sie sich

gegenseitig befinden, die Bewegung wirklich machen, welche sie nach den Gesetzen des freien Stofses machen würden. Aber dennoch ist klar, dafs in dem Augenblicke des Stofses in beiden das Bestreben nach der dadurch bestimmten Geschwindigkeit entstehe, und dafs diesem Bestreben auf irgend eine Art Genüge geschehen müsse. Da sich aber $B$ von $A$ nicht trennen, also keine andere Bewegung als $A$ machen kann, so ist ferner klar, dafs dieses Bestreben auf die anliegenden Punkte $B$, $C$, $D$ etc. übergehen, und allmälig durch unendlich kleine Incremente, oder Decremente, eine Abänderung der Oscillationsweiten bewirken müsse, welches eigentlich der durch höhere Rechnung auszumittelnde schwierige Punkt ist. Man sieht indessen leicht ein, dafs man aus den Elementarsätzen vom Anstofs doch in jedem Fall richtig beurtheilen könne, ob eine Vergröfserung oder Verkleinerung erfolgen müsse, und ob diese beträchtlich oder unbedeutend seyn werde. Nur das eigentliche genauere Maafs der Veränderungen mufs höheren Rechnungen vorbehalten bleiben.

§. 38. Die Fälle, auf deren Beurtheilung es hier besonders ankommt, gehören zu den einfachsten, wo sich die Art des Erfolges selbst ohne Rechnung beurtheilen läfst. Die zu beantwortende Frage ist nämlich bestimmt folgende. Zwei körperliche Punkte $A$ und $B$, von gleicher Gestalt und Gröfse, aber verschiedener Dichtigkeit oder Masse, berühren sich; $B$ ruht, und $A$ macht einen Oscillationsschlag gegen $B$; es fragt sich, was würde $B$ dadurch für eine Geschwindigkeit erhalten, wenn es sich frei bewegen könnte. Ist die Dichtigkeit oder Masse $A$ bei weitem kleiner als $B$, so ist in seinem Schlage wenig Kraft, und in $B$ wird daher nur ein geringes Bestreben nach Geschwindigkeit entstehen. Ist hingegen die Masse $A$ bei weitem gröfser als $B$, so ist der Schlag kräftig, und wird den Punkt $B$ in eine gröfsere Geschwindigkeit, als $A$ selbst hatte, zu versetzen suchen. Bestimmter läfst sich aber der Erfolg aus der Theorie des Stofses bestimmen.

Die Masse $A$ schlage mit der Geschwindigkeit $c$ gegen die Masse $B$, und diese erhalte dadurch die Geschwindigkeit $v$ (angenommen, dafs sie sich frei bewegen könnte), so ist unter Voraussetzung vollkommener Elasticität

$$v = \frac{2A}{A+B} c;$$ woraus folgt: $A + B : 2A = c : v$;

hieraus lassen sich alle hier zu beachtende Fälle beurtheilen. Nämlich:

1) Ist $B = A$, so ist $v = c$.
2) Setzt man $B < A$, so nähert sich das Verhältnifs $A + B : 2A$ dem Verhältnifs $1 : 2$ desto stärker, je kleiner $B$ ist. Also ist $v > c$ und liegt zwischen den Gränzen $c$ und $2c$.
3) Ist $B > A$, so ist das Maafs des Verhältnisses $A + B : 2A$, nämlich $\frac{2A}{A+B}$, ein desto kleinerer Bruch, je kleiner $A$ gegen $B$ ist. In diesem Fall ist also $v < c$, und dieses unbegränzt um so mehr, je kleiner $A$ ist. Der Werth von $v$ ist allezeit innerhalb der Gränzen 0 und $c$.

Dafs die Zahlenwerthe, welche diese Formeln geben, in der Anwendung auf Oscillationen nicht richtig sind, dafs sie aber dennoch richtig anzeigen, ob eine Vergröfserung oder Verkleinerung der Oscillationsweiten statt finde, ist leicht einzusehen.

§. 39. Bei der Entwickelung der Theorie des Stofses denkt man gewöhnlich nur an gleichartige Körper. Man kann daher zweifeln, ob man berechtigt sei, die Formeln auch auf den Anstofs ungleichartiger Körper anzuwenden. Es scheint indessen die qualitative Beschaffenheit auf den Erfolg nur in so fern Einflufs zu haben, als davon die Dichtigkeit und die Gränzen der vollkommenen Elasticität abhängen; doch verdienten die Gesetze des Anstofses ungleichartiger Körper wol eine eigene Experimental-Untersuchung.

Wir haben oben (§. 29.) gezeigt, dafs man zwei sich berührende Punkte als unendlich kleine Körper betrachten könne, deren Massen sich wie ihre Dichtigkeiten oder specifischen Gewichte verhalten. Wir dürfen also nur für $A$ und $B$ in den Formeln die Dichtigkeiten beider Materien setzen, um mit Sicherheit beurtheilen zu können, ob unter bestimmten Umständen eine allmälige Vergröfserung oder Verkleinerung der Oscillationsweiten zu erwarten sey.

§. 40. Betrachten wir nun zuerst die Mittheilung der Oscillationen in der Luft oder einem andern völlig gleichartigen Mittel, so sind die Massen $A$ und $B$ gleich, also $v = c$ (Nr. 1 des vorigen §.), d. h. in $B$ entsteht kein Bestreben nach einer andern Geschwindigkeit.

als $A$ hat. Wenn daher, wie in einer cylindrischen Röhre, die Schallstralen parallel sind, so müssen die Oscillationsweiten gleich, also die Stärke des Schalles unverändert bleiben. Divergiren hingegen die Stralen, so kann man die Massen $A$ und $B$ (nach §. 29.) nicht mehr als absolut gleich betrachten, sondern die Oscillationen müssen immer ausgebreiteteren Massen mitgetheilt werden; hierin liegt der Grund, warum die Oscillationsweiten mit der Entfernung, wie oben (§. 31.) gezeigt worden, abnehmen. Convergiren die Stralen, wie in dem Hörrohr, so müssen sich die Oscillationsweiten (nach Nr. 2. des vorigen §.) vergröfsern.

§. 41. Wenn Oscillationen an eine anderartige Materie mitgetheilt werden, so sind beide fast in jedem Fall an Dichtigkeit sehr verschieden; also ist der Erfolg immer nach Nr. 2. und 3. des 38sten §. zu beurtheilen.

Ist z. B. $A$ Messing oder Stahl, $B$ Luft, so verhält sich die Dichtigkeit beider ungefähr wie 6000 : 1. Setzt man also $A = 6000$, $B = 1$, so ist $A + B : 2A = 6001 : 12000$, d. i. fast genau wie 1 : 2; also werden sich die Oscillationsweiten in der Luft von der Saite aus bis zu einer vermuthlich sehr kleinen Weite zuerst vergröfsern, und dann erst nach dem Gesetz §. 31. abnehmen.

Wäre umgekehrt $A$ Luft und $B$ Stahl oder Messing, so ist $A = 1$ und $B = 6000$; also $A + B : 2A = 6001 : 2$, oder ziemlich genau 3000 : 1; es werden also die Oscillationsweiten ungemein klein ausfallen, u. dergl. m.

Wir wollen nun versuchen, diese Ergebnisse auf einige akustische Erscheinungen anzuwenden.

## Von der Resonanz.

§. 42. Was in den akustischen Schriften zur Erklärung der Resonanz gesagt wird, ist nicht nur unbefriedigend, sondern ich erinnere mich auch nicht einmal, irgendwo eine recht bestimmte Erklärung des Begriffes gefunden zu haben, indem häufig Erscheinungen, die in ihren äufsern Bedingungen und in ihrer Beschaffenheit das Gegentheil der Resonanz sind, dennoch einer Resonanz zugeschrieben werden.

Den unzweideutigsten Fall einer Resonanz bietet unstreitig der Resonanzboden eines Saiten-Instrumentes dar. An einem Claviere wird eine Metallsaite an dem einen Ende gegen einen hölzernen Steg gedrückt, der auf einem dünnen und sehr elastischen Brett, das man den Resonanzboden nennt, befestigt ist. Bei Violinen findet dasselbe statt, nur ist der ursprünglich oscillirende Körper eine Darmsaite. Unter diesen Umständen werden die Oscillationen der Saite dem Steg und Resonanzboden mitgetheilt, die wir hier als einen Körper betrachten können; von dem Resonanzboden aber werden sie wieder der Luft mitgetheilt. Die äufsern Bedingungen der Resonanz sind also: dafs die Oscillationen der Saite an Holz, und von diesem an die Luft mitgetheilt werden. Und die Wirkung dieser Construction besteht darin, dafs der Ton weit stärker klingt, als wenn die Oscillationen der Saite blofs unmittelbar der Luft mitgetheilt werden, wie dieses der Fall ist, wenn man eine Saite über einen wenig elastischen Körper, z. B. über einen Stein oder feuchtes Holz spannt.

Die Verstärkung des Schalles rührt von zwei Ursachen her.

1) Aus Vergröfserung der Oscillationsweiten. Auf einem Clavier gehen zuerst die Oscillationen aus Messing in Holz über. Da nun Messing ungefähr 15 mal so schwer als Tannenholz ist, so kann man $A = 15$, $B = 1$ setzen. Dann ist

$$A + B : 2A = 16 : 30,$$

folglich werden die Oscillationsweiten im Holze sich fast verdoppeln. Dann gehen sie aus Holz in die Luft über, die ungefähr 400 mal leichter als Tannenholz ist. Setzt man also $A = 400$, $B = 1$, so ist

$$A + B : 2A = 401 : 800;$$

also werden die im Holze schon verdoppelten Oscillationsweiten ungefähr gegen die Oscillationsweiten der Saite fast viermal vergröfsert seyn.

Theilte dagegen die Saite ihre Oscillation der Luft unmittelbar mit, so ist Messing ungefähr 4000 mal dichter als Luft. Setzt man also $A = 4000$, $B = 1$, so hat man

$$A + B : 2A = 4001 : 8000.$$

Die Oscillationsweiten, welche bei dem Durchgang durch Holz vervierfacht worden, werden in diesem Fall nur verdoppelt. Und wenn man

sich auch hier auf die Zahlen 4 und 2 nicht verlassen kann, so ist doch gewiſs, daſs die Oscillationsweiten durch die Resonanz vergröſsert werden.

2) Die zweite und wichtigste Ursache der Verstärkung ist, daſs das Ohr nunmehr eine viel gröſsere Menge von Schallstralen erhält, nämlich nicht nur von jedem einzelnen Punkte der Saite, sondern auch von allen mitoscillirenden Punkten des Resonanzbodens. Hierbei entsteht die Frage, wie weit sich wohl die Oscillationen dem Holze mittheilen, ob nur in der Nähe der oscillirenden Saite, oder in dem ganzen Umfang des Resonanzbodens. Begreiflich können die Oscillationen nicht in allen Punkten von gleicher Stärke seyn; am lebhaftesten sind sie da, wo die oscillirende Saite den Steg drückt; von da aus müssen sie abnehmen, und wahrscheinlich im umgekehrten Verhältniſs mit den Quadraten der Entfernung; doch dürfte wohl die Lage der Fibern des Holzes eine andere minder regelmäſsige Abnahme der Oscillationen veranlassen. Auf jeden Fall geschieht die Abnahme allmälig und stätig, so daſs sich gar keine bestimmte Gränze der Oscillationen angeben läſst, und sie sich daher unstreitig über den ganzen Resonanzboden, so weit er frei ist, verbreiten. Diese Vorstellung hat keine Schwierigkeit, so lange man an einen einzigen Ton denkt. Klingen aber mehrere Töne zusammen, so ist zwar die Einbildungskraft nicht mehr im Stande, anschaulich zu machen, wie in demselben Punkt zu gleicher Zeit mehrere Oscillationen bestehen können, ohne sich zu verwirren. Es ist aber schon oben (§. 19.) gezeigt worden, daſs allerdings in einem Punkte der Luft vielerlei Oscillationen zugleich bestehen können, ohne sich in der Wirklichkeit und für das Gefühl zu verwirren. Was aber dort in Ansehung der Luft gesagt worden, ist für jeden anderartigen körperlichen Punkt gültig.

§. 43. Die Richtigkeit dieser Theorie der Resonanz bestätigt sich auf eine sehr befriedigende Art durch die Erscheinungen der Stimmgabeln. Chladni hat in seiner Akustik sehr deutlich die Art ihrer Oscillationen nachgewiesen. Wenn die Arme derselben durch einen Schlag oder auf andere Art in Oscillation gesetzt werden, so theilt sich die Gabel in drei Stücke vermittelst zweier Schwingungsknoten, die am

untern Ende der Arme, ganz nahe bei der Verbindung beider liegen. Die beiden Arme schwingen zugleich einwärts und zugleich auswärts. Das mittlere Stück aber schlägt aufwärts und abwärts, jenes, wenn die Arme auswärts, dieses, wenn sie einwärts schwingen. Die Oscillationen dieses Mittelstückes sind also in Beziehung auf den Griff als Longitudinalschwingungen zu betrachten.

Ist nun die Gabel in Oscillation gesetzt, und man hält den Griff frei zwischen den Fingern, so fühlt man zwar deutlich ihre zitternde Bewegung, aber der Ton den man hört ist nur schwach. Setzt man aber den Griff auf einen Resonanzboden, oder auch nur auf ein recht trockenes Brett, so wird der Ton unerwartet laut. Dafs hierbei die Oberfläche des Holzes rings umher oscillire, kann man mit der Hand fühlen, und wenn der Ton kräftig ist, selbst noch in einer nicht unbeträchtlichen Entfernung von der Gabel. Setzt man zwei Gabeln, welche verschiedene Töne geben, zugleich auf das Holz, so fühlt man ein verstärktes Zittern, aber das Ohr unterscheidet beide Töne deutlich, so dafs offenbar die in demselben Punkt des Holzes vereinigten Oscillationen sich dennoch für das Ohr nicht verwirren.

Man sieht leicht, dafs die Erklärung dieser Erscheinungen gar nicht verschieden ist von der, die im vorigen §. in Ansehung des Claviers gegeben worden. Auch hier verhält sich die Dichtigkeit des Stahles zu der des Holzes ungefähr wie 15 : 1, und die des Holzes zu derjenigen der Luft wie 4000 : 1. Es müssen daher die Oscillationen, welche die Luft mittelbar durch das Holz erhält, gröfser seyn, als die, welche sie unmittelbar vom Stahle erhält. Ueberdiefs erhält das Ohr hier wie dort von allen oscillirenden Punkten des Holzes, so wie von allen Punkten der Gabel, Schallstralen, statt dafs sie nur die letztern allein erhält, wenn man die Gabel frei hält, deren verhältnifsmäfsige Menge aber, wegen des geringen Umfanges der Gabel, viel kleiner ist.

Durch einen kleinen Versuch kann man die Richtigkeit dieser Erklärung sehr anschaulich machen. Wenn man die oscillirende Gabel nicht wirklich auf das Holz aufsetzt, sondern demselben gleichsam nur unendlich nahe bringt, so treffen nur die abwärts gerichteten Schläge des Griffes das Holz. Dieses empfängt daher immer nur einen Schlag,

während der Griff zweie macht. Die Folge ist, dafs man aufser dem Ton der Gabel auch noch ihre tiefen Octaven hört.

## Von dem Mitklingen gleichgestimmter Saiten und von der Aeolsharfe.

§. 44. Wenn man zwei Saiten genau in den Einklang stimmt und die eine allein anschlägt, so oscillirt die andere freiwillig mit, doch nur schwach. Man schreibt diese Erscheinung einer Resonanz zu. Es ist aber aus dem Inhalt der vorigen §§. klar, dafs sie mit der Resonanz gar nichts gemein hat, weder in Ansehung der äufsern Bedingungen, noch in Ansehung der Wirkungen. Die Oscillation geht hier von Metall in die Luft, und von dieser wieder zu dem Metall der zweiten Saite über, und der so erregte Ton ist sehr schwach.

Wenn die Oscillationen der Luft die zweite Saite treffen, so wirken ihre Schläge nicht anders auf sie, als jede andere schwache mechanische Kraft wirken würde. Sie setzen sie in diejenigen Oscillationen, welche die Saite vermöge ihrer Spannung leichter als jede andere annimmt. Diese Oscillationen sind also als ursprünglich erregte, nicht als mitgetheilte zu betrachten. Und was die Stärke des Tones betrifft, so sind zwar die Oscillationsweiten der Luft gröfser, als die der ersten Saite; gehen aber diese Oscillationen aus der Luft in die zweite Saite über, so hat man, wenn $A = 1$ gesetzt wird, ungefähr $B = 4000$; also $A + B : 2A = 4001 : 2$, d. h. die Oscillationsweiten der Saite können gegen 2000 mal kleiner seyn, als in der Luft. Bei dem neuen Uebergang von der zweiten Saite in die Luft vergröfsern sie sich zwar wieder, können aber dennoch gegen 1000 mal kleiner bleiben, als die von der ersten Saite kommenden. Zwar sieht man leicht ein, dafs die hier gegebenen Zahlenwerthe nicht sicher sind, aber das Sachverhältnifs kann kein anderes seyn.

Eben so wenig hat das artige Spiel der Aeolsharfe den geringsten Zusammenhang mit der Resonanz. Der an den Saiten hinstreichende Luftzug, wirkt auf einzelne Theile derselben, wie jede andere mechanische Kraft, und setzt irgend einen aliquoten Theil derselben in Oscil-

lationen. Das harmonische in diesem Spiel rührt aber daher, dafs die entstehenden Töne keine andern als die 6 oder 7 tiefen Töne der harmonischen oder natürlichen Tonleiter sind, also Octave, Quinte, Quarte. Tertie, Sexte, auch wohl Septime des Grundtons, auf welchen alle Saiten des Instruments gestimmt sind.

## Ueber die Verbreitung der Oscillation in andern Mitteln als Luft.

§. 45. Wenn Oscillationen auf irgend eine Art in einem Mittel erregt werden, welches man, so wie Luft, in allen Richtungen als völlig gleichartig betrachten kann, so kann sich der Schall in demselben offenbar nicht anders fortpflanzen und verbreiten, als in der Luft. Dieser Fall findet aber im strengsten Sinne wohl nur bei Flüssigkeiten statt, sie mögen tropfbar oder ausdehnsam seyn. Betrachtet man also den Schall als von einem einzigen Punkte eines solchen Mittels ausgehend, so müssen regelmäfsige Schallwellen entstehen, deren Breite nur anders seyn wird als in der Luft, weil die Geschwindigkeit mit welcher sich der Schall fortpflanzt, in jedem Mittel anders ist. Sofern aber der Schall von vielen Punkten ausgeht, wie, wenn die Oberfläche einer Flüssigkeit durch die Luft in oscillirende Bewegung gesetzt wird, so werden sich zwar die Stralen auf unendlich mannigfaltige Art durchkreuzen, aber dennoch werden sie eben so wenig als in der Luft einander stöhren, und man wird nie zu einem Irrthum verleitet werden, wenn man jeden Schallstral, oder jeden Schallkegel gerade so betrachtet, als ob er ganz allein da wäre, d. h. in dem betrachteten Stral, oder in dem betrachteten Kegel wird alles wirklich seyn, was da seyn würde, wenn er allein vorhanden wäre. Alle von andern Richtungen herkommenden Bewegungen sind zwar in jedem Punkte auch vorhanden, heben aber die besonders betrachteten nicht auf, und können daher bei der Betrachtung aufser Acht gelassen werden.

§. 46. Die Fortpflanzung und Verbreitung der Oscillationen durch das Innere fester Körper ist eigentlich der schwierigste Theil der Akustik, und man kann kaum erwarten, dafs es dem menschlichen Fleifse

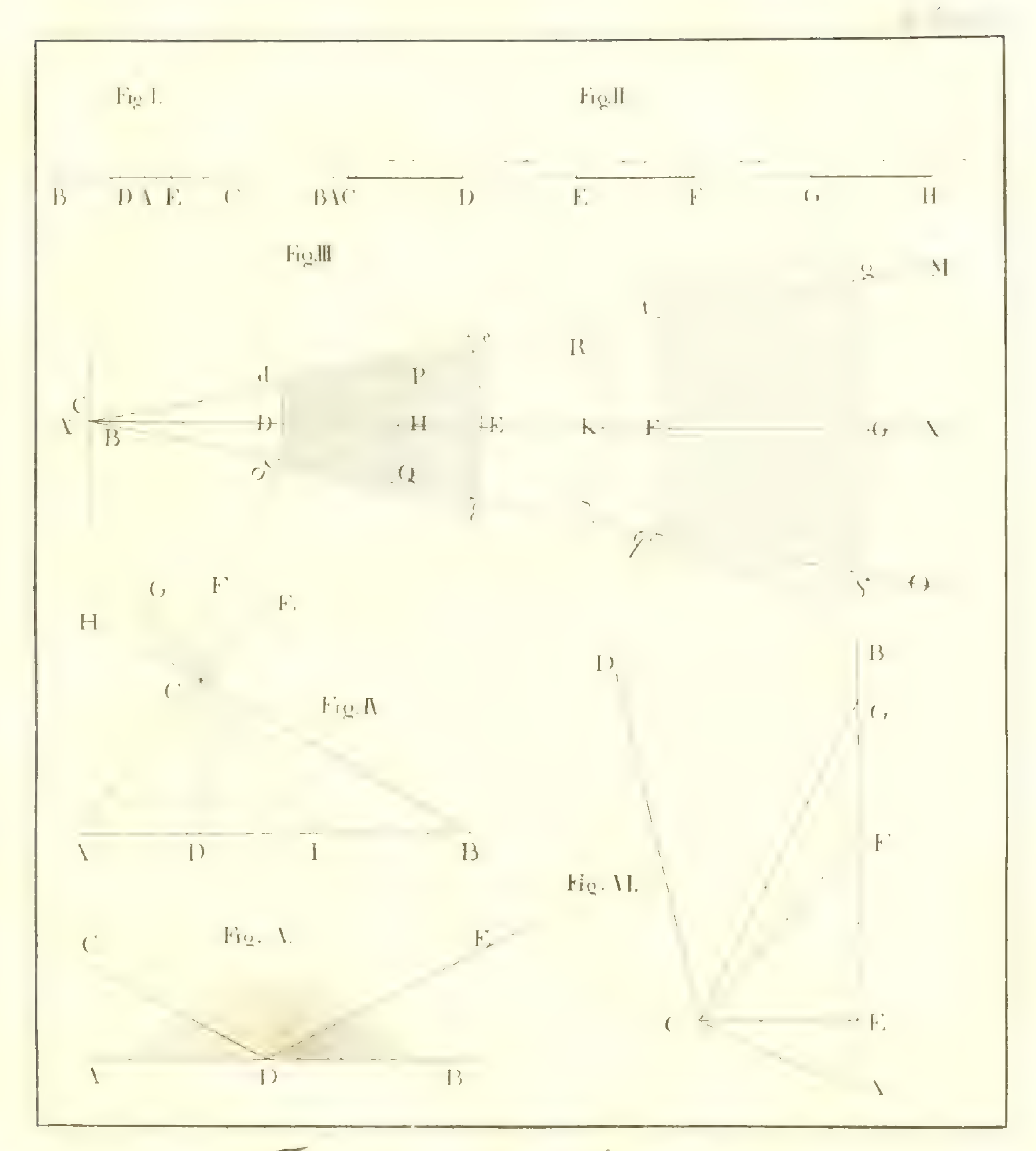
je gelingen dürfte, die Gesetze der Oscillationen für diesen Fall, es sey auf dem Wege der Beobachtung oder der Rechnung, völlig ins Klare zu bringen. Die neuern Entdeckungen über das Gefüge der Krystalle haben es sichtbar gemacht, daſs selbst bei solchen Körpern, die unseren Sinnen sich als völlig stätige und gleichartige Massen darstellen (wie Glas, Metalle etc.), dennoch im Innern nicht in allen Richtungen gleiche Spannung vorhanden sey, welches unstreitig einen groſsen Einfluſs auf die Art haben muſs, wie sich die Oscillationen im Innern verbreiten. Diese Dunkelheit in der Theorie dürfte indessen doch keine sehr nachtheiligen Folgen für die Anwendungen der Akustik haben. Denn wenn wir etwa unsere Fensterscheiben ausnehmen, so kommt der Fall selten oder nie vor, daſs der Schall durch eine ganz gleichartig scheinende Masse fortgepflanzt wird. Unsere massiven Wände bestehen eigentlich aus einem höchst unregelmäſsigen Conglomerat kleiner Körner von verschiedener Gröſse und Gestalt; und eben diese Unregelmäſsigkeit nähert sich wieder einer nicht bloſs scheinbaren, sondern wirklichen Gleichartigkeit in allen Richtungen. Denn wenn man in Gedanken Linien in den mannigfaltigsten Richtungen zieht, so wird man schwerlich behaupten können, daſs in der einen mehr Spannung sey, als in der andern. Doch nimmt unstreitig die Spannung von oben nach unten zu wegen des immer gröſser werdenden Druckes der überstehenden Massen; aber eben so verhält es sich mit der Luft, mit dem Wasser, und überhaupt mit allen Körpern. Man darf daher wohl annehmen, daſs die Gesetze, nach welchen sich der Schall durch unsere Wände, oder andere groſse feste Massen fortpflanzt, nicht wesentlich von denen verschieden seyn könne, nach welchen er sich durch ganz gleichartige Mittel verbreitet. Der Hauptunterschied möchte nur darin liegen, daſs die Kraft der Oscillationen nach einem höheren Verhältniſs mit der Entfernung von der Stelle, von wo die Oscillationen ausgehen, abnimmt, als in der Luft, weil der Durchgang durch eine Menge ungleichartiger Körner, und die zwischen ihnen vorhandenen Pori, wohl nicht anders, als schwächend wirken kann. Der Durchgang durch Holz möchte vielleicht eine besondere Aufmerksamkeit der Beobachter verdienen, weil hier in verschiedenen Richtungen die Spannung offenbar sehr verschieden ist.

§. 47. Dafs übrigens, auch abgesehen von dieser Dunkelheit, der Schall bei dem Durchgang durch jeden festen Körper sehr geschwächt werden müsse, ergiebt sich deutlich, aus der vorgetragenen Theorie. Wenn in einem Zimmer die Oscillationen der Luft in eine Wand, also aus einer sehr dünnen in eine viel dichtere Materie übergehen, so müssen sich die Oscillationsweiten schon auf der Oberfläche sehr verkleinern. Pflanzen sie sich dann im Innern der Wand fort, so werden sie sich noch stärker, als bei dem Fortgang in der Luft verkleinern. Theilen sie sich endlich auf der anderen Seite wieder der Luft mit, so werden zwar die Oscillationsweiten wieder etwas gröfser, aber doch lange nicht so stark, als wenn sie durch blofse Luft bis dahin gelangt wären. Dafs übrigens der Schall destoweniger geschwächt werde, je dünner der Körper ist, durch welchen er dringt, bedarf keiner Erwähnung. Uebrigens folgt noch aus unserer Theorie, dafs jeder Körper ohne alle Ausnahme dem Schalle durchdringlich ist.

§. 48. Wir haben oben (§. 21. f.) gezeigt, dafs die Schallstralen von der Oberfläche eines Körpers, nicht wie das Licht von einem Spiegel sondern wie von einer unpolirten Oberfläche, zurückgeworfen werden. Erfahrung und Gründe verstatten keine andere Vorstellung. Denn die Erscheinungen des Wiederhalles und des Echo lassen sich auf keine andere Art erklären, und die Unebenheiten einer Wand verstatten den so feinen Theilen der Luft in keinem Fall eine so regelmäfsige Reflexion, als den Lichtstralen wenn sie auf eine Spiegelfläche fallen. Eben so kann man, meines Erachtens, durchaus nicht annehmen, dafs bei dem Durchgang des Schalles durch feste Körper eine solche Refraction statt finde, als das Licht befolgt, wenn es durch die polirte Oberfläche eines durchsichtigen Körpers hindurchgehet. So wie wir indessen oben als wahrscheinlich gezeigt haben, dafs ein Schallstral von einer mäfsig ebenen Fläche nach der entgegengesetzten Seite stärker als in andern Richtungen reflectirt werde, eben so möchte ich es nicht für unmöglich halten, dafs eine Annäherung an die Refractions-Gesetze, auch bei dem Durchgang des Schalles durch feste Körper statt finde; und eine ganz regelmäfsige Refraction dürfte man schwerlich in irgend einem Fall, es müfste denn etwa im Wasser seyn, erwarten.

## Schluſs.

§. 49. Es scheint mir, daſs die Ansicht von den Grundlehren der Akustik, die ich in dieser Abhandlung entwickelt habe, zu richtigeren, bestimmteren und deutlicheren Erklärungen der meisten Erscheinungen führe, und daſs sie da, wo sich unausweichliche Schwierigkeiten finden, wenigstens sehr bestimmt die Punkte andeute, auf deren fernere Erledigung es eigentlich ankommen dürfte. Glücklichere Analytiker, denen nicht zerrissene Stunden, sondern zusammenhängende und ungestörte Muſse zu Gebote steht, mögen nun versuchen, ob die aus den akustischen Erscheinungen selbst abgeleiteten Gesetze, durch Rechnung gerechtfertigt oder widerlegt werden können; und ob es überhaupt möglich sey, die noch vorhandenen Lücken auf dem Wege der Theorie auszufüllen.




*Figuren zu der Abhandlung über die Grundlehren der Akustik.*



Ueber

# den Wasserkopf vor der Geburt,

nebst

## allgemeinen Bemerkungen über Misgeburten.

Von

Hrn. K. A. RUDOLPHI.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 1. April 1824.]

Der innere Wasserkopf ist eine der häufigsten Krankheiten, welche den Embryo trifft, und die nach der verschiedenen Periode, in der sie beginnt, sich in ganz andern Gestalten zeigt.

Das eine Mal beginnt der innere Wasserkopf mit der Kopfbildung des Embryo's, wenigstens früher als sich am Oberschedel Verknöcherungspunkte finden. Wir besitzen einen solchen Embryo auf dem Anatomischen Museum, von dem ich hier eine Abbildung vorzulegen die Ehre habe, und der seiner Gröfse nach etwa zwei Monate alt zu seyn scheint [1]. Bei diesem ist die Wasserblase über die ganze Basis des Schedels gleichförmig erhaben und so durchsichtig, dafs man bestimmt sagen kann, dafs in den obern Schedeldecken keine Verknöcherungspunkte enthalten sind. Einen ähnlichen Embryo besitzt das Anatomische Museum in Breslau, wie mir Otto, der Director desselben, gesagt hat. Ich selbst habe keinen solchen Fall weiter gesehn, weifs auch von keiner Abbildung davon. Es ist auch leicht begreiflich, dafs nur ein seltener Zufall ein Ey darbieten kann, in dem die zarte Blase

---

[1] Walter (*Museum anat. p.* 115. *n.* 790.) nennt das Ey sechs Wochen alt, allein er hat alle kleinen Foetus seiner Sammlung zu jung angegeben; namentlich gilt diefs von seinen Skeletten der Embryonen, wovon manche um Vieles zu jung aufgeführt sind.

ganz erhalten ist. Dagegen kommen oft ältere Embryonen vor, in denen die Kopfblase zerrissen ist, und zwar in doppelter Art. Entweder es sind Embryonen von drei bis vier oder fünf Monaten, wo die Lappen der geplatzten Blase noch deutlich am Kopfe hängen, dergleichen ich hier einen Fall in einer Abbildung (Fig. 2.) vorzeige, wovon wir aber noch mehrere besitzen: oder wir finden nur theilweise etwas von den Lappen der Blase, und der Schedelgrund liegt offen vor; diefs ist bei älteren Foetus der Fall, die häufig genug zu vollen Tagen ausgetragen werden, selbst zuweilen lebend auf die Welt kommen, und eine kurze Zeit ihr kümmerliches Daseyn fortsetzen.

Diese ist unter allen angebohrnen Misbildungen des Kopfes die häufigste, und solche Kinder nannte man ehmals mit Unrecht *Acephali*, oder *Acephali spurii*, in neuerer Zeit *Anencephali*, oder *Hemicephali*, deutsch Katzenköpfe.

Die andere Art des Wasserkopfs entsteht erst nach dem Beginnen der Knochenbildung, so dafs man daher keinen Knochen vermifst. Indem aber das Wasser die Gehirnhölen immer stärker ausdehnt, so dafs sich die Wände derselben immer mehr verdünnen, nimmt die Gröfse des Kopfes bedeutend zu, fo dafs Schedelknochen in der gewöhnlichen Gröfse und Menge denselben nicht umfassen könnten. Daher bekommen theils einzelne Knochen einen gröfseren Umfang, theils aber bildet sich in den Zwischenräumen derselben eine oft sehr grofse Menge eigener Knochenstücke.

Von dieser Art ist mir im vorigen Jahre ein sehr seltener Fall vorgekommen. Die Frau eines Kutschers hieselbst gebahr nämlich den 28. Mai ein Kind mit einem Wasserkopfe, das bis zum 20. Juni lebte. Am folgenden Tage erhielt ich es, nachdem ich dasselbe schon während seines Lebens beobachtet hatte.

Der Kopf hatte eine sehr ausgezeichnete Gestalt, wie Fig. 3. zeigt. Die Stirn steigt sehr gerade zu einer beträchtlichen Höhe, und von der Scheitel senkt sich wieder die hintere Schedelwand jäh und sehr tief hinab, so dafs der Schedel hinten und nach unten am stärksten ausgedehnt ist. Nach Wegnahme der Schedeldecken sieht man auch eine eigenthümliche Knochenbildung (Fig. 4. 5. 6.). Die Stirnbeine sind aufserordentlich grofs, und fast senkrecht aufsteigend. Die Scheitel-

beine sind von einer aufserordentlichen Ausdehnung, zugleich aber fast der ganzen Länge nach unter sich verwachsen, Etwas, wovon ich weder in der Natur noch bei irgend einem Schriftsteller etwas ähnliches gefunden habe. Die vordere Fontanelle ist sehr grofs, allein am stärksten sind die Scheitelbeine von den Schlafbeinen, und besonders von dem Hinterhauptsbein entfernt; so dafs hier auch eine Menge, zum Theil nicht unbeträchtlicher Knochenstücke eingesprengt ist.

Der durchsägte Schedel ward unter Wasser geöffnet, so dafs das Gehirn nicht zusammenfiel, und es gelang mir auf diese Art, das ganze Gehirn unverletzt zu erhalten, und so ist es auch noch auf dem Anatomischen Museum, und zwar als das erste Präparat der Art. Ich habe den Vortheil des Präparirens unter Wasser vorzüglich bei den Augen kennen gelernt; auf andere Weise ist es auch gar nicht möglich, das Gehirn zu erhalten, und deswegen ist in keinem andern Museum bis jetzt etwas Aehnliches vorhanden; doch hatte man auch ehemals zu sehr sein Augenmerk auf den Schedel bei solchen Wasserköpfen gerichtet, und Gall hat das Verdienst, gegen den älteren Walter bewiesen zu haben, dafs die grofsen, sämtlich nur innere, niemals äufsere Wasserköpfe sind. Gall hat auch in seinem grofsen Werke (Taf. 25.) das geöffnete Gehirn einer Person abgebildet, welche mit einem sehr grofsen innern Wasserkopfe (vier Pfund Wasser enthaltend) fünfundfunfzig Jahre alt geworden war.

Die schöne Zeichnung (Fig. 7.), welche ich hier von der Basis des Gehirns darlege, und welche ich D'Altons Meisterhand verdanke, entspricht ganz der beschriebenen Schedelbildung. Man findet nämlich, dafs das Wasser sich nach unten und hinten Platz gemacht hat, so dafs daselbst nur die Hirnhäute, kein Gehirn, zu sehen sind, und dieses wie scharf abgeschnitten neben den Häuten durchscheint. Auffallend ist daher auch die ungeheure Entfernung des kleinen Gehirnes vom hintern Rande des grofsen. Von der obern Gehirnfläche habe ich keine Zeichnung besorgt, weil das Gehirn hier ganz natürlich beschaffen erscheint.

Ich habe vier bis fünf grofse innere Wasserköpfe frisch geöffnet, in denen aber stets die Verdünnung des Gehirns oben war, so dafs es hier wie ein Hauch über dem Wasser unter den Gehirnhäuten lag.

Die Gehirnhölen waren also nach oben ausgedehnt, statt dafs sie hier nach unten (besonders im hinteren Horn) erweitert waren. Einmal habe ich, bei einem etwas über dreifsig Jahre alten Manne, der von Jugend auf etwas stumpfsinnig war, einen innern und äufsern Wasserkopf zugleich gefunden, und das merkwürdige Präparat ist ebenfalls auf dem Anatomischen Museum. Zweimal habe ich den äufseren Wasserkopf allein, allein beide Male sehr unbedeutend gefunden.

Aufser den bisher genannten beiden Arten des inneren Wasserkopfs, wo das Wasser eine gröfsere, oder allgemeine Ausdehnung bildet, kommen nun auch partielle innere Wasserköpfe und zwar von zweierlei Art vor.

Bei der einen ist der Schedel übrigens natürlich gebildet; nur an einer Stelle z. B. am Hinterhaupt ragt ein Wassersack hervor, und hier fehlt ein Stück des Knochens, so dafs jener Sack aus der Lücke hervorhängt. Wahrscheinlich hat hier eine geringere Wasseransammlung früh auf eine Stelle hingewirkt, dafs nur hier der Knochen sich nicht hat ausbilden können, während alles Uebrige gehörig entwickelt ist.

Bei der andern Art ist der Kopf nach Art der Katzenköpfe stark niedergedrückt, allein es fehlt die obere Schedeldecke nicht, sondern nur an einer Stelle ist eine Lücke, aus welcher der Sack hervorhängt. Diese Art ist sehr merkwürdig, und je nach dem Ort, wo die Lücke ist, verschieden; doch ist es sehr überflüssig, aus jedem verschiedenen Orte den Grund zu einer eigenen Species hernehmen, und diese mit einem eigenen Namen belegen zu wollen, wie Geoffroy in dem gleich zu nennenden Werke thut.

---

Der Wasserkopf der ersten Art, aus dem die Halbköpfe entstehen, ist als solcher häufig bestritten; doch glaube ich, dafs es weniger oft geschehen seyn würde, wenn die Schriftsteller solche Präparate, wie Fig. 1. und 2., zur Hand gehabt hätten. Denn hier läfst sich auf das Deutlichste die Zerreifsung der Blase nachweisen, welche Manche geläugnet haben, indem sie glaubten, dafs der Foetus eine solche Zerreifsung nicht überleben würde. Dagegen hat aber Meckel (im ersten Stück des ersten Bandes seines Archivs) schon sehr gute Gründe beigebracht, und der Augenschein beweiset es dort.

Zu denen, welche in dieser Misbildung keinen Wasserkopf als Grundursache ansehen wollen, hat sich neuerdings Geoffroy-St-Hilaire (*Philosophie anatomique des Monstruosités humaines. Paris* 1822. 8.) gesellt, und da er einige eigenthümliche Behauptungen darüber vorbringt, so will ich diese in der Kürze durchgehen, denn sonst ist die Sache durch Haller, Sandifort, Walter, Meckel und Otto schon hinreichend auseinandergesetzt, und die benannten Präparate geben den Ausschlag.

Geoffroy trifft der Vorwurf, dafs er erstlich fast gar keine Notiz von seinen Gegnern genommen, und zweitens zu wenige Fälle beobachtet hat, denn sonst würde er hier unmöglich die gröfste Gleichförmigkeit behaupten, wo sie nicht ist. Erstlich sind die Köpfe der Embryonen, an welchen die Wasserblase zerrissen ist, sehr verschieden; bald ist mehr nach vorne, bald mehr nach hinten, oder in der Mitte die Zerreifsung geschehen; von den Knochen, z. B. dem Hinterhauptsbein, ist bald mehr, bald weniger vorhanden; bald ist das Gesicht unverändert, bald hingegen hat auch die Zerstörung dahin eingewirkt, wenn nämlich auch das Wasser nach unten hindrängte, wie denn die allermehrsten Verunstaltungen des Kopfs von abnormer Wasseransammlung herrühren. Was aber die Hauptsache ist, und worauf schon Walter und Meckel aufmerksam gemacht haben, bald ist viel, bald wenig vom Gehirn vorhanden; bald ist das Rückenmark da, bald fehlt es.

Der Druck des Wassers hat auch keineswegs immer in dem Maafse Statt, dafs die Zahl der Halswirbel bis auf drei, vier oder fünf verringert ist, wovon besonders Otto in seinen beiden Dissertationen über Misgeburten mehrere Fälle erzählt. Unter fünf Skeletten von Halbköpfen auf dem Anatomischen Museum fehlt nur bei einem ein Paar der Halswirbel, die übrigen haben die vollständige Zahl. Unter den nicht skelettirten Katzenköpfen des Museums kann man auch leicht an der Kürze oder Länge des Halses auf die verschiedene Beschaffenheit schliefsen; denn bei einigen ist der Kopf zwischen die Schultern niedergedrückt, bei andern hingegen hat der Hals die gewöhnliche Länge.

Eine Hemmungsbildung mit Meckel und Geoffroy in diesem oder in jedem Wasserkopf zu sehen, scheint mir nicht richtig. So lange der Kopf des Embryo normal beschaffen ist, kann keine widernatürliche

Wasseranhäufung Statt finden; mit der vermehrten Wasserbildung ist die Krankheit zugleich gegeben, rühre sie auch von noch so verschiedenen Ursachen her.

Ich bezweifele jedoch, daſs hier je eine andere Ursache, als ein entzündlicher Zustand vorhanden ist, oder wenigstens eine ihm nahe tretende Congestion des Bluts, bestehe diese in Zurückhaltung oder in Andrängen des Bluts. Eine Menge Abortus, besonders der späteren Zeit, rühren gewiſs davon her, und bei einer unthätigen Lebensart und zu reichlichen Nahrung der Mutter kommt das sehr leicht. Ich habe bei einem nur wenig zu früh gekommenen Kinde, durchaus alle Theile des Körpers, selbst den Uterus nicht ausgenommen, mit Blut überfüllt und wie injicirt gesehen; ich habe öfters den Kopf solcher Kinder, wie bei Erwachsenen beschaffen gesehen, die am blutigen Schlagfluſs gestorben sind; bei einem sechsmonatlichen Foetus waren die *Plexus choroïdei* der Seitenhölen sogar zwei dicke mit Blut erfüllte Säcke. Bei allen inneren Wasserköpfen, sie mochten lebend oder todt auf die Welt gekommen sein, fand ich einen starken Niederschlag auf der Basis der Hirnhölen, grade wie man es bei später entstandenen acuten Wasserköpfen antrifft, deren Entstehung man seit Formey mit Recht einer Entzündung zuschreibt; oder wie man es in der Entzündung der äuſseren Fläche des Herzens, oder der inneren der Bauchwände (die man fälschlich *Pericarditis* und *Peritonitis* nennt) überall findet.

Gall's Hypothese, daſs bei dem inneren Wasserkopf sich das Gehirn entfaltet, verdient wohl keine neue Widerlegung, obgleich sie Geoffroy auf das Neue, jedoch ohne neue Gründe, vertheidigt.

Geoffroy's Erklärungsweise der Katzenköpfe ist wohl die allerunwahrscheinlichste. Er glaubt nämlich, daſs widernatürliche Verbindungen des Mutterkuchens mit dem Kopf des Kindes daran Schuld sind. Allein wenn bei dem von ihm beobachteten Falle eine solche widernatürliche Verbindung Statt fand, so war dieſs eher eine Folge als eine Ursache jenes Zustandes. Auf dem Anatomischen Museum ist ein Präparat, das ich, wie so vieles Andere Heim's Güte verdanke, wo die Placenta ihren gewöhnlichen, nur sehr langen, Nabelstrang hat, überdieſs aber sie auch mit dem Kopfe des ungefähr fünfmonatlichen Foetus an einer Stelle verwachsen ist; hier ist aber kein Katzenkopf. Dagegen

haben alle unsere Fälle von diesen keine solche Verbindung gezeigt, und der kleine Embryo mit Wasserkopf (Fig. 1.) liegt mit völlig freiem Kopfe.

Nichts ist häufiger als der Wasserkopf, nichts seltener als jene Verbindungen; man wird auch bei den Schriftstellern wenige Fälle davon finden; und aufser jenem oben erwähnten ist nur ein von Walter (Anat. Mus. p. 129. n. 3016.) beschriebenes Präparat vorhanden, wo die Nabelschnur mit dem einen Arme verwachsen ist, obgleich der Fall auch nur kaum hieher gehört. Darauf ist also gewifs nicht zu rechnen.

---

Zum Schlufse seyen mir noch ein Paar Bemerkungen erlaubt.

Erstens sind gewifs sehr viele Misgeburten der Schriftsteller nur als kranke oder durch Krankheit veränderte Embryonen zu betrachten. Dahin gehören alle Wasserköpfe, und zwar eben so gut, wie man Kinder mit Wasser im Herzbeutel, im Bauche oder in den Nieren als kranke Kinder betrachtet; bei den letzteren habe ich auch gradezu einen Niederschlag der Lymphe bemerkt, wie bei den obenerwähnten Entzündungen.

Eben so sind die Kinder, deren Extremitäten gegen den Kopf so sehr zurückgeblieben sind, und deren ich mehrere untersucht habe, nur als solche zu betrachten, bei denen die Knochenbildung fehlerhaft ist, ungefähr wie bei der englischen Krankheit, wohin sie auch schon J. H. Klein in einer (1763. 4.) zu Strafsburg erschienenen *Diss. de Rhachitide congenita* brachte. Vergl. Maur. Romberg *Diss. de Rhachitide congenita.* Berlin 1817. 4.

Nicht wenige Misbildungen rühren ferner von dem kranken Nervensystem her. Dahin rechne ich namentlich alle Verdrehungen der Gliedmafsen, Klumphände und Klumpfüfse. In der gröfsten Mehrzahl finde ich sie nur bei fehlerhaft gebildetem Kopfe, wo das Gehirn beträchtlich gelitten hat; sie finden sich auch daher schon bei sehr jungen Embryonen, wovon mehrere Beispiele auf unserm Museum vorkommen. An mechanische Ursachen ist bei diesen am allerwenigsten, doch auch sonst nirgends bei dieser Misbildung zu denken. Nicht zu vergessen aber ist es, dafs ein Nervenleiden Statt finden kann, ohne dafs sichtbare Krank-

heitszustände des Gehirns gefunden werden. Wie oft leiden Schwangere von den heftigen (gewifs krampfhaften) Bewegungen ihrer Früchte, und zu rechter Zeit bringen sie wohlgestaltete Kinder zur Welt; so können auch übrigens gutgebildete Kinder nur in den verzogenen Füfsen oder Händen einen Beweis ihres ehemaligen krankhaften Zustandes darbieten.

Die Fettanhäufungen, die Geschwülste aller Art sind einer krankhaften Reproduction zuzuschreiben, und auch sie gehören zu den Krankheitsfällen, nicht zu den Misgeburten. Das Fehlen einzelner Theile z. B. einer Extremität, oder aller, gehört auch wohl dahin.

Nur das sind wohl eigentlich Misgeburten, deren Entstehung in einer gewissen Breite des Bildungsacts seinen Grund hat, und wo dadurch etwas sehr Abweichendes entsteht, das als Monstrnm auffällt.

Wenn zwei oder mehrere Keime sich jeder für sich entwickeln, so finden wir natürlich in jedem Kinde die Regel wieder; wenn zwei oder drei sich so im Bildungsact durchdringen, dafs sie einen gröfseren oder geringeren Zusammenhang haben, so nennen wir es ein Monstrum, und wenn auch alles übrigens gerundet und in der Wohlgestalt gesunder Kinder erscheint.

Wenn das Herz etwas mehr nach rechts liegt, als gewöhnlich, so nennen wir es noch nicht monströs, selbst kaum, wenn das Herz allein sich stark nach rechts gewendet hätte; wären aber dabei die Gefäfse aus den entgegengesetzten Hölen desselben entsprungen, läge die Leber links, der Magen und die Milz rechts, so ist es eine monströse Lage, obgleich dabei alle Theile normal gebildet seyn, und Menschen, bei denen es vorkommt, ein hohes Alter erreichen können.

Je mehr wir die Anzahl der Misgeburten mit Grund verringern können, um desto mehr ist unsere Einsicht in die Krankheiten des Foetus erweitert, und ich hoffe, dafs die jetzt von so vielen Seiten mit der gröfsten Gründlichkeit geführte Untersuchung der Misgeburten dahin führen wird.

Zweitens aber scheint mir daher keine andere Eintheilung der Misgeburten zulässig, als eine beschreibende. Die Eintheilung nach den Ursachen der Misgeburten, so oft sie auch versucht ist, halte ich für gänzlich unbrauchbar. Wer will sagen, ob gröfsere oder geringere

Energie im Zeugungsact ein in einander Greifen der Keime veranlafst; welche Ursache läfst sich auch nur entfernt denken, warum die Eingeweide in dieser oder jener Lage vorkommen?

Wüfsten wir das, so wüfsten wir Alles in der physischen Welt.

Seit acht Jahren habe ich mich daher einer blofs auf die Bildung der Misgeburten selbst beziehenden Eintheilung in meinen Vorlesungen bedient.

Ich theile die Misgeburten erstlich in zwei grofse Klassen ein, je nachdem sie nämlich entweder einfach oder mehrfach sind.

Die aus einem Körper bestehenden oder einfachen Misgeburten sind es entweder

*a*) der Form,
*b*) der Lage nach, oder
*c*) nach beiden.

Jene der Form nach monströsen Foetus haben entweder *a*) eine Bildung, die eine frühere Periode bezeichnet, oder *b*) eine nicht darauf zurückzubringende. Die Unterabtheilungen machen sich nach den monströsen Organen. Man könnte auch noch füglich eine eigene Abtheilung der ersten Ordnung aus den Misgeburten machen, die nur aus einem Theil bestehen, z. B. aus einem blofsen Kopf u. s. w.

Die mehrfachen Misgeburten sind aus zwei oder drei organisch verbundenen Körpern gebildet.

Diese bestehen wiederum entweder aus gleich oder aus ungleich entwickelten Körpern.

Die gleich entwickelten Körper haben sich entweder nur in einzelnen Theilen verbunden, wo man sie nach diesen aufzählt, oder die Körper haben sich so durchdrungen, oder sind so zusammen geschmolzen, dafs zum Beispiel die beiderlei Kopfknochen so verbunden sind, dafs vorne und hinten an dem grofsen Kopfe ein Gesicht, oder vorne und hinten ein Hinterkopf vorhanden ist; dafs beide Stämme nur eine Brust-, eine Bauchhöle ausmachen, wonach wieder abgetheilt wird.

Die ungleich entwickelten sind entweder so beschaffen, dafs der gröfsere den kleinen umfafst, *Foetus in Foetu*, und der kleinere kann an verschiedenen Stellen liegen, wonach am besten die Unterabtheilung geschieht; oder ein mehr oder weniger entwickelter Körper, oder ein

Theil, ist an den andern angehängt, und zwar wieder auf sehr verschiedene Art. — Auf die Misbildungen nach Form und Lage kann bei den mehrfachen Misgeburten noch besondere Rücksicht genommen werden.

Diese Eintheilungsweise bietet den Vortheil dar, dafs man alle in Monographien oder andern Schriften bisher verzeichneten Misgeburten leicht unterbringen, und jeden vorkommenden Fall damit eben so leicht vergleichen kann; etwas das bei der bisherigen Behandlung unmöglich war. Eine gute Uebersicht aller Misgeburten wüfste ich auf keine andere Art zu geben.

# Anatomische Bemerkungen

von

Hrn. K. A. RUDOLPHI.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 21. October 1824.]

## I.

## Ueber den Orang-Utang, und Beweis, daſs derselbe ein junger Pongo sei.

Tilesius (1) hat der Naturgeschichte einen sehr wesentlichen Dienst geleistet, wie er die Meinung aufstellte, daſs der kleine (oder eigentlich gewöhnlich allein so heiſsende) Orang-Utang mit dem groſsen, oder Wurmb's Pongo (2) Ein Thier sei, während man sie sonst in ganz verschiedene Abtheilungen der Affen brachte, wie auch noch von Cuvier in seinem *Regne animal distribué d'après son organisation* (*Paris* 1817. 8.) geschehen ist, indem er die Orangs (S. 102.) und die Pongos (S. 111.) weit auseinander stellte. Späterhin hat er jedoch auch die Vermuthung aufgestellt, daſs der Pongo ein erwachsener Orang-Utang sei, wie sein Bruder (F. Cuvier *Des Dents des Mammifères* I. *livr. Paris* 1821. 8. *p.* 10.) angiebt.

---

(1) Naturhistorische Früchte der unter Krusenstern vollbrachten Erdumseglung. St. Petersburg 1813. 4. S. 109-130. Bemerkungen über den Jocko oder Orang-Outang von Borneo, *Simia Satyrus L.* mit zwei schönen Kupfertafeln, Tab. 94. u. 95. des Krusensternschen Atlas.

(2) *Beschryving van de groote Borneoosche Orang-Outang of de Oost-Indische Pongo, door F. Baron van Wurmb. In Verhandelingen van het Bataviaasch Genootschap der Konsten en Wetenschappen. Tweede Deel. Roterdam en Amsterdam* 1784. 8. *p.* 245-261.

Das Thier, welches Tilesius in Macao in China lebendig zu untersuchen Gelegenheit hatte, war weiblichen Geschlechts, ungefähr 30 Zoll lang, mit langen Armen versehen, so daſs diese von der Achselgrube bis zur äuſsersten Fingerspitze 27 bis 28 maſsen, während die Entfernung von dem Schenkel bis zur Fuſssohle nur 14 bis 15 Zoll betrug. Das Thier war sehr jung, jedoch schon von verhältniſsmäſsig groſser Stärke, und hatte die Nägel an allen vier Daumen, die P. Camper den groſsen Zehen des Orang-Utangs, nach den ihm davon zu Gesicht gekommenen Exemplaren, gänzlich absprechen wollte.

Der groſse männliche Orang-Utang, welchen der Baron v. Wurmb untersuchte, und welcher auch an allen vier Daumen kleine Nägel hatte, war 3 Fuſs $10\frac{3}{8}$ Zoll Rheinl. lang, und die Länge der Arme betrug 3 Fuſs $\frac{1}{2}$ Zoll. Er spricht zwar von breiten Schneidezähnen und groſsen Eckzähnen des Thiers, jedoch ohne deren Maaſse anzugeben, und ohne Frage war dasselbe auch noch nicht völlig ausgewachsen, oder wenigstens kein groſses Exemplar, obgleich Wurmb angiebt, daſs dieser Orang-Utang wegen seiner Stärke schwer zu erhalten sey, und daſs sich auch dieses Thier mit starken abgebrochenen Baumzweigen so heftig zur Wehr gesetzt hatte, daſs es unmöglich war, dasselbe lebend zu fangen.

Die nach Europa lebend gekommenen Orang-Utangs waren, bis auf eine gleich zu nennende Ausnahme, klein und schwächlich und starben bald. Nur das von Abel (1) mitgebrachte Thier nämlich hat sich länger erhalten; doch weiſs ich nicht, ob es noch lebt; allein Lawrence (2), der es länger beobachtete, giebt zugleich an, daſs es sich immer mehr dem Pongo in der Bildung zu nähern anfange.

Wenn man die genaue Beschreibung des Orang-Utangs bei dem trefflichen Peter Camper (3) durchgeht, so sieht man auf den ersten

---

(1) Clarke Abel *Narrative of a Journey in the interior of China. Lond.* 1818. 4. *p.* 320. u. *p.* 365., mit einer illum. Abbildung des O. U.

(2) W. Lawrence *Lectures on Physiology, Zoology and the Natural History of Man. Lond.* 1819. 8. *p.* 131. Er sagt auch, daſs Cuvier in einer (nicht gedruckten) Abhandlung die Identität des Orang-Utang und Pongo vermuthe.

(3) Naturgeschichte des Orang-Utang und einiger andern Affenarten. Düsseldorf 1791. 4. §. 186. u. 188.

Blick, welch' ein junges Thier er beschreibt, und er spricht auch selbst davon, indem er der getheilten Beckenknochen und der noch knorpeligen Sesambeinchen erwähnt. Wäre er darauf gefallen, die vordere Wand der Kiefer wegzunehmen, so wäre freilich die Sache gleich entschieden gewesen.

Mir schien Tilesius Hypothese höchst annehmlich, weil ich junge und alte Mandrils (*Simia Maimon*) zu vergleichen Gelegenheit hatte, und den Schedel der jungen Thiere durchaus nicht Pavians-artig fand, wie ich auch in meiner Physiologie (T. I. S. 23.) bemerkte.

Um zur völligen Gewifsheit zu gelangen, liefs ich bei dem jungen Mandril-Schedel auf der einen Seite die Keime der bleibenden Zähne blofs legen, und d'Alton hat denselben in seinen Skeletten der Vierhänder (Taf. VIII. Fig. *d.*) auf das Genaueste abgebildet.

Nach der Zeit bekam unser Museum den Schedel eines Orang-Utangs aus der Sammlung des für die Wissenschaften viel zu früh heimgegangenen Albers in Bremen, und d'Alton hat ihn auf derselben Tafel Fig. *b.*, so wie den Schedel des grofsen Orang-Utangs oder Pongo des Pariser Museums unter Fig. *a.* dargestellt.

Zuerst, wie es gewöhnlich geht, war ich schon sehr erfreut, ihn nur äufserlich betrachten zu können, und ich hielt die nicht dicht aneinander stehenden Zähne, die wenigen Backenzähne, und das lockere Korn der Knochen für hinreichende Beweise; da ich indessen noch immer Zweifel hörte, ob der Orang-Utang ein junges Thier sei, so legte ich, wie bei dem jungen Mandril, auf einer Seite des Schedels die Keime der bleibenden Zähne blofs, und gebe hier davon Abbildungen in natürlicher Gröfse, welche die Sache auf das Bestimmteste entscheiden.

Das Vorhandenseyn der Keime bleibender Zähne im Schedel des Orang-Utangs würde blofs beweisen, dafs es ein junges Thier sei; allein wenn man diese Keime näher betrachtet, vorzüglich die der mittleren Schneidezähne, so ist es klar, dafs der Kopf zu einer sehr bedeutenden Gröfse wachsen müsse, um für dieselben in ihrem entwickelten Zustande Raum zu haben. Alle diese Keime sind noch blofse Kronen ohne Schmelzüberzug, durch welchen sie natürlich an Umfang gewinnen; besonders gilt dies von den Eckzähnen.

Die Gröfse der Keime der bleibenden Schneidezähne ist so beträchtlich, dafs sie in dem jungen Kopfe nicht neben einander Raum haben, sondern der mittlere Schneidezahn liegt vorne, der äufsere hinter diesem, und zwar so, dafs eine dünne Knochenplatte sie von einander trennt. Ich kann mich nicht erinnern, irgendwo eine ähnliche Einrichtung gesehen zu haben, und sie ist der schlagendste Beweis, dafs der Orang-Utang das Junge eines grofsen Thiers ist, und wahrscheinlich noch einer langen Entwicklung bedarf, denn die andern Zahnkeime sind gegen jene, die früher ausbrechen, noch gewaltig zurück, sowohl die der Eckzähne als die der hinteren Backenzähne.

Die Länge des Keims der Krone des mittleren obern Schneidezahns beträgt etwas über sieben, und die gröfste Breite beinahe sieben Linien; die runde Höle der Krone hat einen Durchmesser von fünf Linien.

Die Schedel des Orang-Utangs, welche Camper (a. a. O.) und Blumenbach (Naturhistorische Abbild. Taf. 52.) abgebildet haben, besitzen nur zwei Backenzähne; das dem Professor Mulder in Gröningen zugehörige Exemplar [1] ist mit zwei oberen und drei unteren Backenzähnen vorgestellt.

Aelter ist der Schedel, den unser Museum besitzt, da sowohl oben als unten auf jeder Seite drei Backenzähne vorhanden sind; eben so viele bildet Fr. Cuvier (a. a. O. Taf. 2.) ab, vermuthet jedoch, dafs dem Orang-Utang eigentlich fünf Schneidezähne zukommen. Unser Illiger (*Prodromus systematis mammalium et avium. Berolini* 1811. 8.) schreibt ihm, wie dem Troglodytes, gradezu fünf Backenzähne zu, jedoch ohne zu sagen, worauf er sich stützt, denn einen Orang-Schedel mit so vielen Backenzähnen hat Niemand gesehen und wird ihn nicht sehen, weil ein so junges Thier nicht in den Kiefern für so viele Zähne Platz hat; und Edw. Tyson (*The Anatomy of a Pygmie. Lond.* 1699. 4. *p.* 65.) sagt ausdrücklich von seinem Orang von Angola oder *Simia Troglodytes,* dafs er auf jeder Seite oben und unten vier Backenzähne habe, während er in der Abbildung nur oben und unten zwei Backenzähne darstellt.

---

[1] Walter Heinr. Crull: *Diss. de cranio eiusque ad faciem ratione. Groning.* 1810. 8. Tab. I. Fig. 1.

Von den drei Backenzähnen, welche bei unserm Orang-Utang-Schedel hervorstehen, sind wie bei einem Kinde, das diese Zahl zeigt, die beiden ersten Milchzähne, und der dritte ein bleibender Zahn, der zwar nicht ganz vollendet ist, jedoch schon zwei ziemlich starke Wurzeln zeigt. Vor ihm liegen im Kiefer zwei Kronen bleibender Zähne, und hinter ihm eine, sowohl im Ober- als Unterkiefer. Die Krone des fünften bleibenden Zahns ist noch gar nicht gebildet, wie ja auch bei Kindern von drei Jahren noch der Keim des sogenannten Weisheitszahns fehlt.

Die Lage der Keime der bleibenden Eck- und Backenzähne beim Orang-Utang ist offenbar der analog, welche wir bei kleinen Kindern finden; nur die der Schneidezähne ist abweichend, wie oben angegeben ist.

Ich glaube hinlänglich dargethan zu haben, dafs aus dem Orang-Utang ein grofses Thier werden mufs, und bei der Aehnlichkeit des Pongo mit jenem, und da kein anderer grofser Affe in Java lebt, so ist es wol für gewifs zu halten, dafs der Orang-Utang ein sehr junger Pongo ist.

## Erklärung der Kupfertafeln.

Taf. I. Stellt den auf dem anatomischen Museum in Berlin befindlichen Schedel des Orang-Utangs von vorne vor. Auf der linken Seite sind die Keime der bleibenden Zähne bloſsgelegt; man sieht nur den Keim des mittlern obern und untern Schneidezahns, weil die Keime der äuſsern Schneidezähne hinter jenen liegen. Neben dem Keim des mittlern Schneidezahns liegt zunächst oben und unten der Keim des Eckzahns, und dieser liegt oben über den Keimen der ersten beiden bleibenden Backenzähne und im Unterkiefer unter denselben.

Taf. II. Stellt denselben Schedel von der linken Seite dar.

1) Der Keim des mittlern bleibenden Schneidezahns.
2) Der Keim des bleibenden Eckzahns.
3) Der Keim des ersten, und
4) der Keim des zweiten bleibenden Backenzahns.
5) Die noch unvollkommenen Wurzeln des schon hervorgetretenen dritten Backenzahns; der Keim des vierten Backenzahns.
   *a*) Der Keim des bleibenden mittlern obern Schneidezahns von vorne;
   *b*) derselbe von hinten.
   *c*) Die Höle der Krone desselben.
   *d*) Der Keim des obern Eckzahns von vorne;
   *e*) derselbe von hinten.

Alle Figuren sind in natürlicher Gröſse.

## II.

## Ueber den Zitterwels.

Der Zitterwels (*Silurus electricus L.*, nach Lacépède *Malapterurus*, oder richtiger *Malacopterurus*) ward den Naturforschern zuerst durch den um die Naturgeschichte vielverdienten Adanson (*Histoire naturelle du Sénégal. Paris* 1757. 4. *S.* 134.) bekannt gemacht, der ihn jedoch auch nur flüchtig beschreibt und ohne seine Gröfse anzugeben. Er sagt: die Franzosen nennten ihn *trembleur*, weil er nicht wie der Rochen (*Torpedo*) ein Einschlafen oder eine Betäubung (*engourdissement*), sondern ein sehr schmerzhaftes Zittern des von ihm berührten Gliedes errege. Das scheint jedoch nur eine Sage. Adanson selbst sagt nicht, dafs er ein solches Zittern empfunden habe, sondern er vergleicht es mit der Empfindung von dem Schlage der Leydner Flasche, und setzt hinzu, dafs man bei der Berührung fallen lasse, was man in der Hand habe. Das ist ja aber grade derselbe Fall bei der Berührung der Zitterrochen.

Wie Adanson jenen Fisch im Senegal gefunden, so fand ihn Forskåhl (*Descriptiones animalium, quae itinere orientali observavit. Havn.* 1775. 4. *p.* 15. 2. 14.) im Nil; er beschreibt ein Exemplar von der Länge einer Spanne, also ein sehr kleines, daher giebt er auch eine sehr geringe Wirkung desselben an. *Motus tremoris levissimus erat, adeo ut ex eius vi et celeritate ineptum sit derivare doloris sensum. Nihil vero electricitati magis convenit quam hic ictus. In manum sublatus piscis, aqua recens extractus, fortiter percutit cauda; fortius si sub ventre tangatur, quam lateribus, et levius, si unum tantum attrectaveris latus.* Das habe ich grade so bei dem Zitterrochen beobachtet. Sehr zweifelhaft scheint mir aber, was Forskåhl hinzusetzt, falls er es nicht an einem ganz erschöpften Fische beobachtete. *In sola caudae verberatione vis consistit; illam enim si tangis, aut illa apprehensa piscem sublevas, nullo te ferit ictu.* Die Berührung des Schwanzes könnte ja unmöglich ohne Erfolg seyn, wenn darin die Kraft gerade säfse.

Forskåhl beschreibt den Fisch ganz richtig, verwechselte ihn jedoch dem Namen nach mit dem Zitterrochen, welches auf der Reise wohl geschehen konnte; wäre Forskåhl kein Opfer derselben geworden, so würde er wohl eine eigene Gattung daraus gemacht haben, welches ihm so schon das Passendste schien.

Broussonet (*Mémoire sur le Trembleur, espèce peu connue de poisson électrique. Mém. de d'Ac. des Sciences de Paris pour* 1782. 4. *p.* 692 bis 698. Tab. 17.) beschrieb ihn als einen Wels. Lebend mufs er den Fisch nicht gesehen haben, da er nur die folgenden wenigen Worte über seine electrische Wirkung hat: *Forskåhl dit, que ses effèts électriques n'étoient sensibles que vers la queue; la peau qui recouvre cette partie nous a paru beaucoup plus épaisse que celle du reste du corps, et nous y avons bien distingué un tissu particulier, blanchâtre et fibreux, que nous avons pris pour les batteries du poisson.* Diefs ist ganz falsch, wie späterhin aus der Beschreibung sich ergeben wird. Uebrigens hat Broussonet Exemplare des Fisches gesehen, die über 20 Zoll lang waren.

Geoffroy hat ein beinahe vierzehn Zoll langes Exemplar in dem grofsen Werk über Aegypten (*Zoologie, Poissons. Tab.* 12. *Fig.* 1.) sehr gut abgebildet. Er läfst auch das electrische Organ des Fisches unter der ganzen Haut liegen, und aus sich kreuzenden Fibern bestehen, zu denen der Nerve der Seitenlinie (*N. vagus*) sich begiebt. Man sieht hieraus, dafs er die erste Untersuchung des Organs angestellt hat (*Mémoire sur l'anatomie comparée des organes électriques de la Raie Torpille, du Gymnotus engourdissant et du Silure trembleur. Annales du Musée d'Hist. nat. T.* I. *p.* 392 bis 407. Tab. 26. 4.), allein seine Abbildung des Organs sowohl in diesem Aufsatz, als in dem gedachten grofsen Werke über Aegypten, ist so roh und ungenügend, dafs man darin weder den Nerven noch das Organ erkennt; es scheint eine flüchtige Skizze aus dem Gedächtnifs.

Cuvier scheint den Fisch kaum selbst untersucht, oder wenigstens ein sehr schlecht erhaltenes Exemplar vor sich gehabt zu haben, denn er sagt (*Regne animal T.* II. *p.* 208.): „*il paroît, que le siége de cette faculté électrique est un tissu particulier situé entre la peau et les muscles, et qui présente l'apparence d'un tissu cellulaire graisseux, abondamment pourvu de nerfs.*"

Tuckey (*Relation d'une expédition au Zaïre. Trad. de l'Anglois. Paris* 1818. 8. *T.* II. *p.* 261.) erzählt von einem Fisch, der im Zaire (*Congo*) gefangen ward, und dem *Silurus electricus* glich. Mir scheint es nach der kurzen Beschreibung völlig derselbe Fisch zu seyn, nur dafs er sehr grofs war, nämlich drei und einen halben Fufs lang. „*Suivant le rapport des naturels, lorsque ce poisson est vivant et qu'on le touche, il communique à la main et au bras une impulsion violente, ou pour employer leurs expressions, il blesse tout à travers du bras.*"

Zu meiner grofsen Freude haben unsere eifrigen ägyptischen Reisenden Hemprich und Ehrenberg uns ein Paar Exemplare gesandt, die im Nil gefangen sind, von der Gröfse, wie sie Broussonet sah, denn das hier abgebildete Exemplar ist fast 21 Zoll lang, und das andere wenig kleiner. Die Farbe war durch den Weingeist verändert, so dafs man die dunkeln Flecke des Rückens nicht mehr erkennen konnte; allein sonst war das eine Exemplar vorzüglich so schön erhalten, dafs es eine genaue Zergliederung erlaubte.

Wenn man die äufsere Haut, wie mit dem auf der ersten Tafel in natürlicher Gröfse vorgestellten Fisch geschehen ist, durschneidet und nach oben und unten zurückschlägt, so erblickt man eine eigenthümliche Haut, die, wie in der Abbildung gut angedeutet ist, aus kleinen länglich rautenförmigen Zellchen besteht, deren Wände blättchenartig an einander liegen. Auf dem Rücken und am Bauche ist diese Haut von der der andern Seite durch eine von der äufsern Haut zu den Muskeln gehende sehnige Haut getrennt. Nach vorne geht diese Haut unten bis an die Kiemen, oben aber mit einem rundlich auslaufenden Fortsatz über die Armflofse und den hintern obern Theil des Kopfes, bis zum Auge hin. Nach hinten geht die Haut freilich anscheinend bis zur Schwanzflofse; allein nur bis etwas hinter die Bauchflofse behält sie ihr zelliges Wesen, und daselbst sieht man blofs eine sehnige Haut, (wie es auch auf der Tafel dargestellt ist,) von der gleich die Rede seyn wird.

Schlägt man diese äufsere Haut zurück, (wie es auf der zweiten Tafel dargestellt ist,) so sieht man, dafs ihre ganze innere Fläche mit einer silber-glänzenden sehnigen (aponeurotischen), aus sich in verschie-

denen Richtungen kreuzenden Fasern bestehenden Ausbreitung belegt ist, auf welcher eigentlich jene äufserlich zu sehenden Plättchen oder Zellen, jedoch nur bis hinter die Bauchflofse, stehen, denn hier erscheint die Sehne äufserlich nackt. An der innern Fläche dieser Sehnenhaut verläuft in der Mittellinie der herumschweifende Nerve, und schickt überall, nach unten und oben, Zweige in die Aponeurose, welche dieselbe durchbohren und sich in die eigentliche Zellenmasse verbreiten. Den Nerven begleitet in der nämlichen Richtung eine aus dem vordern Theile der Aorta entspringende, und sich auf ähnliche Art in das häutige Organ verzweigende Arterie; so wie eine Vene auf eine ganz ähnliche Weise an dem Organe nach vorne verläuft, und sich in die Hohlvene nahe am Herzbeutel öffnet.

Unter dieser sehnigen Haut liegen aber keineswegs die Muskeln, wie Geoffroy (*Ann. du Mus. p.* 402. u. *p.* 407.) sagt, sondern es kommt eine diesem Fisch ebenfalls eigenthümliche, von wenigem Zellgewebe bedeckte, zweite Haut zum Vorschein, die auf der zweiten Tafel (6. 6. 6.) in ihrer natürlichen Lage vorgestellt ist, und die aus einem regellosen flockigen Gewebe besteht, desgleichen ich nirgends weiter gesehen habe. Nimmt man etwas mit der Pincette weg, so bildet es lockere Büschel von unordentlich verlaufenden sehr weichen Fasern.

Schlägt man diese flockige Haut zurück, wie es auf der dritten Tafel dargestellt ist, so sieht man unter ihr die Muskelschicht des Körpers (4. 4.) Man sieht auch einen Nerven seitlich an ihr verlaufen; einen Nervenast des fünften Paars nämlich, welcher mit den Rückenmarksnerven sich verbindet, und unter der Seitenlinie (mehr nach der Bauchseite) nach hinten geht, und hinter der Mitte des Körpers in die Muskelschicht selbst eindringt.

Zu der flockigen Haut aber dringen von innen sehr dünne Zweige der Wirbelnerven (*rami intercostales*).

Aus dieser Beschreibung ergiebt sich also eine gröfsere Zusammensetzung des electrischen Organs im Zitterwels, als bisher angenommen ist. Die unter der Haut (*corium*) liegende, aus kleinen Blättchen und Zellen gebildete, an der innern Seite mit einer Aponeurose bedeckte Haut, zu welcher der *Nervus vagus* geht, ist wol ohne Zweifel

der Haupttheil; es hat auch Geoffroy in seinen Zellchen eine eyweifsartige Materie (¹) angetroffen; allein dafs die zweite ebenfalls ganz eigenthümliche, mit eigenen Nerven versehene Haut, die auch eben so wenig als die vorige in unserm Wels (*Silurus Glanis*) gefunden wird, gleichfalls zum electrischen Organ gehört, scheint mir aufser Zweifel, und ich begreife nicht, wie Geoffroy sie übersehen konnte. Es ist auch nicht ein einziges Organ, welches den ganzen Fisch umhüllt, sondern ein rechtes und linkes, die, wie ich oben gesagt, sowohl am Rücken als am Bauch durch eine sehnige Scheidewand getrennt sind.

Interessant ist zu sehen, wie auch hier (²) die Nerven sowohl zu der zelligen, als zu der flockigen Haut von innen, und in ganz entgegengesetzten Richtungen laufen; findet man sie dünn, so mufs man bedenken, dafs sie auch nur zu dünnen Häuten gehen, von denen sogar die eine zum Theil aponeurotisch, also nervenlos ist. Geoffroy bildet den Nerven des äufsern Organs sehr colossal, allein ganz widernatürlich ab; er hat den Fisch aufserordentlich verkleinert, den Nerven aber vergröfsert.

Vergleicht man die Bildung des electrischen Organs des Zitterwelses mit dem des Zitterrochens und des Zitteraals, über welche ich vor drei Jahren hier ebenfalls zu lesen die Ehre gehabt habe, so geht

---

(¹) A. a. O. S. 402. Ich will seine ganze Beschreibung hersetzen. *L'organe électrique du silure trembleur est étendu tout autour du poisson; il existe immédiatement au-dessous de la peau, et se trouve formé par un amas considérable de tissu cellulaire tellement serré et épais, qu'au premier aspect on le prendroit pour une couche de lard: mais quand on y regarde de plus près, on s'aperçoit que cet organe est composé de véritables fibres tendineuses ou aponévrotiques, qui s'entrelacent les unes dans les autres, et qui par leurs différens entrecroisemens, forment un réseau, dont les mailles ne sont distinctement visibles qu'à la loupe. Les petites cellules ou alvéoles de ce réseau sont remplies d'une substance albumino-gélatineuse. Elles ne peuvent communiquer à l'intérieur, à cause d'une très-forte aponévrose, qui s'étend sur tout le réseau électrique, et qui y adhère au point, qu'on ne peut l'en séparer, sans le déchirer: d'ailleurs cette aponévrose tient seulement aux muscles par un tissu cellulaire rare et peu consistant.*

(²) Bekanntlich hat Soemmerring darauf zuerst aufmerksam gemacht, dafs die Nerven überall von innen zu ihren Theilen gehen, so wie auch darauf, dafs sie eigentlich nach dem peripherischen Ende hin zunehmen.

eine grofse Verschiedenheit hervor, wenn man auf die äufsere Form sieht, allein das Wesentliche kommt doch überein.

Hoffentlich haben Hemprich und Ehrenberg Gelegenheit gefunden, das Organ ganz frisch zu untersuchen, vielleicht sogar bei dem lebenden Fisch, wo sich leichter das Verhältnifs der zelligen und das der flockigen Haut bestimmen liefse. Geoffroy sagt, dafs jene das Ansehen eines Specks habe, sie mufs also frisch weifs aussehen; bei den im Weingeist erhaltenen Fischen fand ich beide Häute von schwarzer Farbe, und nur die Aponeurose weifs. Von Fett habe ich nichts darin gefunden, das würde sich nicht haben verbergen können; es erscheint auch weder bei dem Zitteraal noch bei dem Zitterrochen in oder an dem electrischen Organ.

## Erklärung der Kupfertafeln.

### Taf. I.

1\. 1. 1. 1. Die äufsere Haut in der Seitenlinie vom Kopfe bis zur Schwanzflofse durchschnitten und nach oben und unten zurückgelegt.

2\. 2. Die äufsere Fläche des zelligen oder äufseren electrischen Organs.

3\. Vorderer Fortsatz desselben.

4\. Hinterer Theil desselben, wo nur die Aponeurose übrig bleibt.

### Taf. II.

1\. 1. 1. Die äufsere zurückgeschlagene Haut.

2\. 2. 2. Die innere oder aponeurotische Fläche des zelligen Organs.

3\. 3. 3. Der *Nervus vagus.*

4\. 4. 4. Die Arterie.

5\. 5. 5. Die Vene des electrischen Organs.

6\. 6. 6. Die äufsere Fläche des flockigen oder inneren electrischen Organs.

### Taf. III.

1\. 1. 1. Die äufsere zurückgeschlagene Haut.

2\. 2. 2. Die innere oder aponeurotische Seite der zelligen Haut.

3\. 3. 3. Nach oben und unten zurückgeschlagene innere Seite der flockigen Haut.

4\. 4. 4. Seitliche Muskeln des Körpers.

5\. 5. 5. Ein Ast des fünften Nervenpaars, welcher mit den vordern Rückenmarksnerven Verbindungen eingeht, und so nach hinten verläuft.

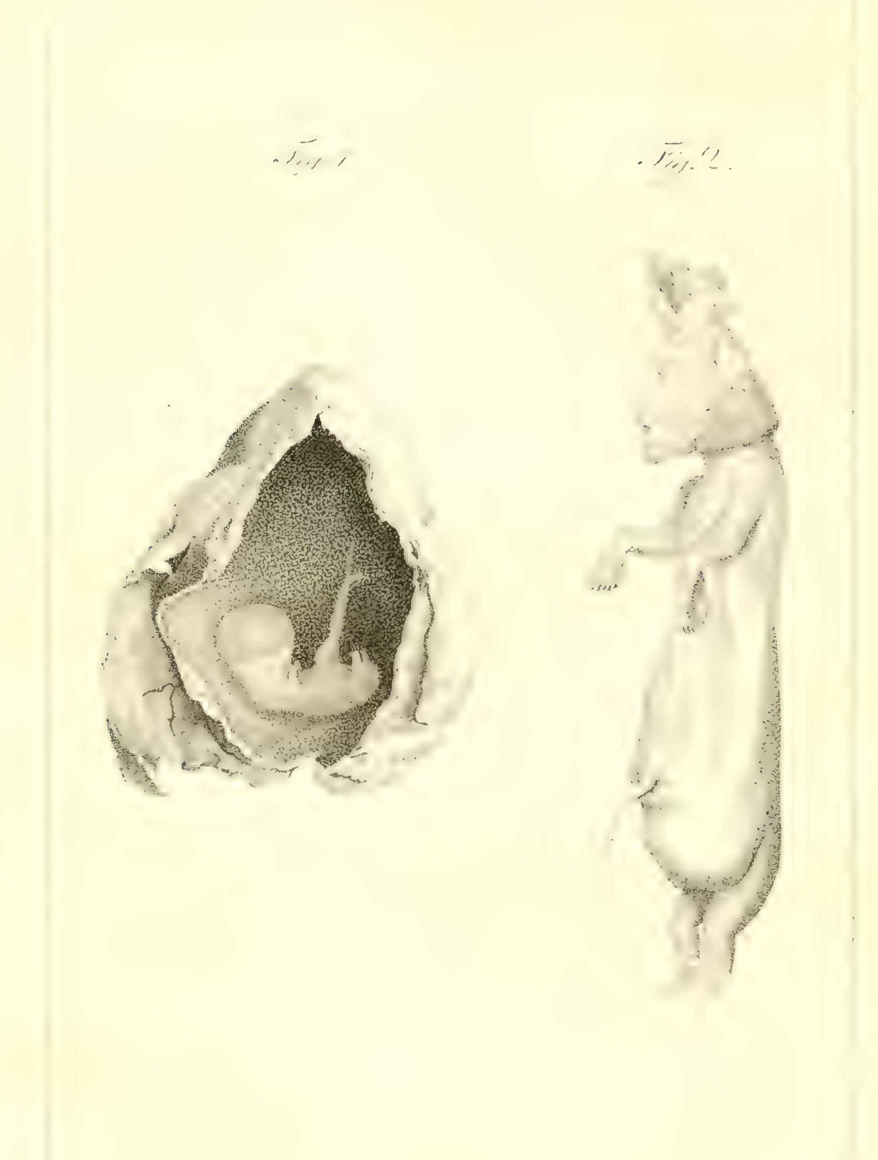
An einigen Stellen hinten sieht es aus, als ob er in Zellen läge, die mit Wasser gefüllt wären.

6\. 6. 6. Zwischenrippennerven, *Nervi intercostales.*

7\. 7. 7. Dünne Zweige derselben zur flockigen Haut.

Taf. IV.

1. Zurückgeschlagene Kaumuskel.
2. Geöffnete Schedelhöle.
3. Das fünfte Nervenpaar.
4. Ein Zweig desselben (5. 5. 5. auf der dritten Tafel).
5. *Nervus vagus.*
6. Dessen Kiemenast.
7. Der erste Wirbelnerve.
8. Die Arterie.
9. Die Vene des electrischen Organs.




Zu Hrn. Rudolphi's. Abhandl. üb. den Wasserkopf. Phys. Kl. 1824



Fig 3





Fig. 1

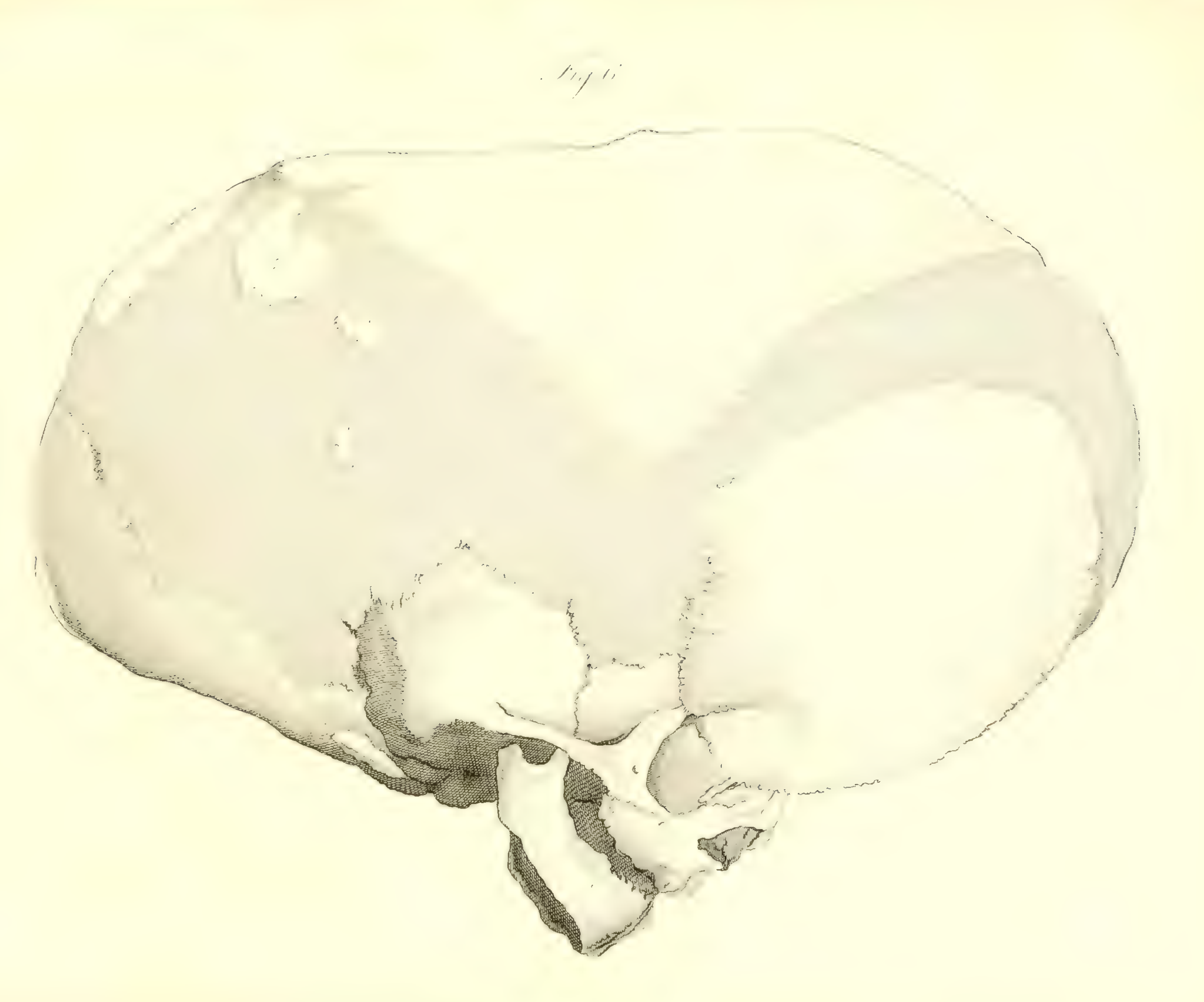
zu Hrn. Rudolphi's Abhandl. üb. den Wasserkopf. Phys. Kl. 1824.







Fig. 6.



Zu Hrn. Rudolphi's Abhandl. üb. den Wasserkopf. Phys. Kl. 1824.



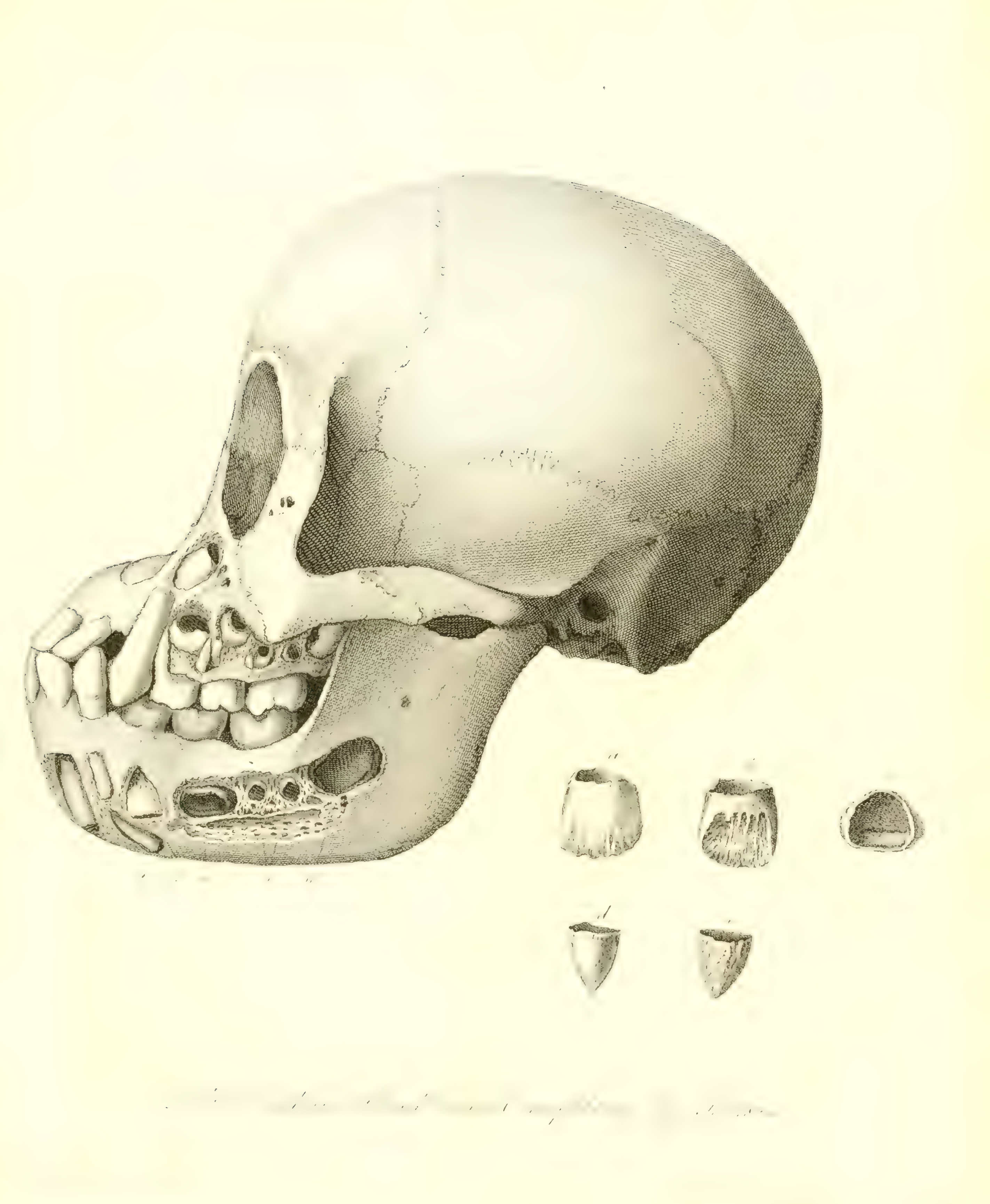



Zu Hrn. Rudolphi's Abhandl. üb. den Wasserk. pp. Physik. Kl. 1824





Zu Hrn Rudolphi's Abhandl üb den Orang-Utang. Phys. Kl. 1824









Zu Hrn Rudolphi's Abhandl. üb. den Zitterwels. Phys. Kl. 1824







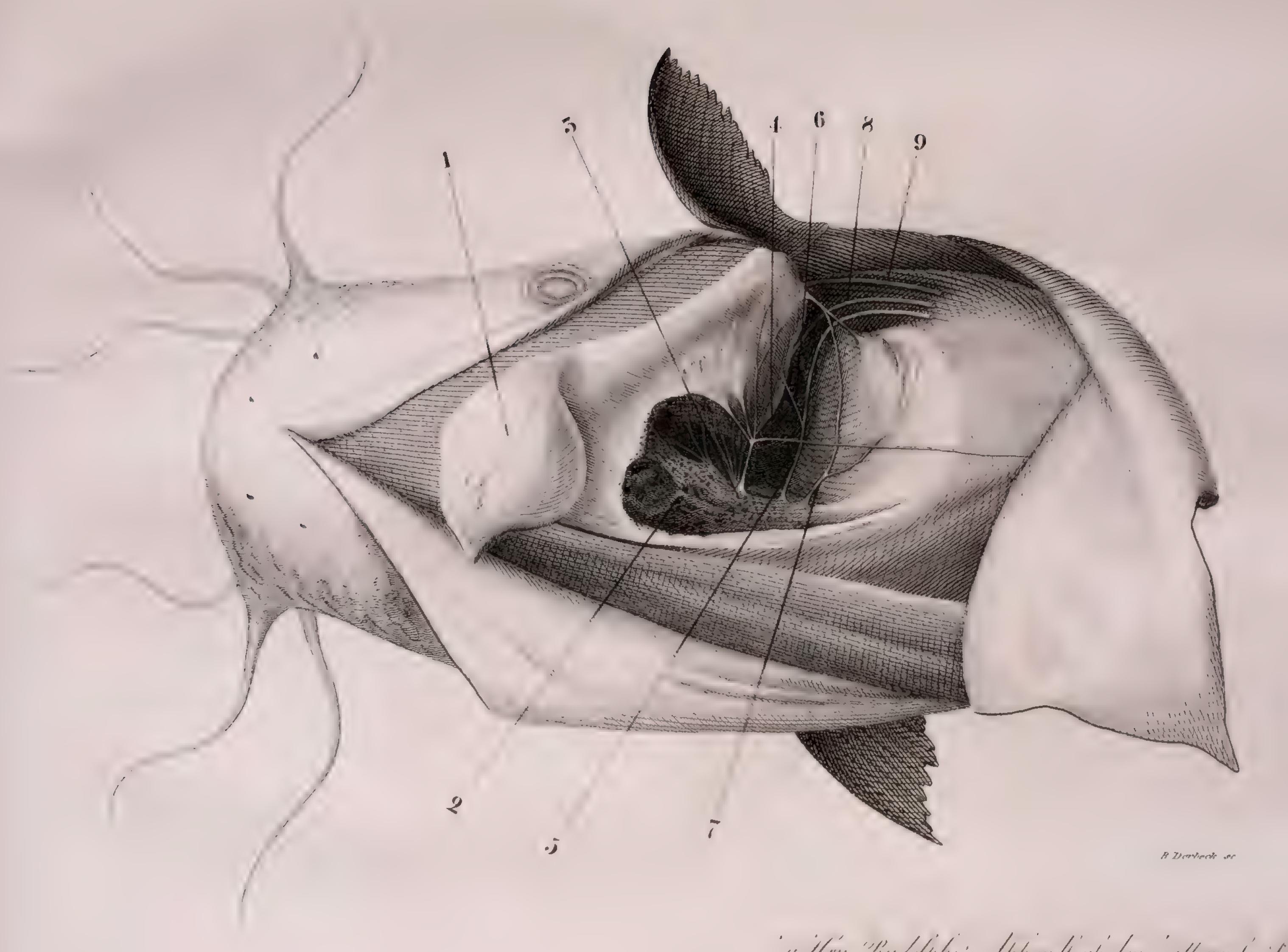













Zu Hrn. Rudolphi's Abhandl. üb. den Zitterwels Phys. Kl. 1824.



# Entwurf
## eines phytologischen Pflanzensystems
nebst
## einer Anordnung der Kryptophyten

von
Hrn. H. F. LINK.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 15. December 1824.]

Das natürliche System ist keinesweges der Zweck der Wissenschaft, wie Linné wollte; es ist keinesweges die Wissenschaft selbst auf ihren kürzesten Ausdruck gebracht, wie Cuvier meint; aber es ist der Anfang der Wissenschaft, oder der Grund und Boden, woraus die Wissenschaft entspriefst; es liefert die behauenen Steine, woraus das eigentliche Pflanzensystem erbauet wird. Aus dem Spiele mit Aehnlichkeiten wird man bald aufgeregt durch die Frage: wozu denn Dieses diene? und kommt es blofs auf Erkennung der Naturkörper an, um sich derselben zu andern Zwecken zu bedienen, so bleibt immer die Frage, ob nicht das künstliche System weit brauchbarer sei, als das natürliche, besonders wenn man es in aller Strenge anwendet, ohne sich durch das natürliche System von dem geraden Wege ableiten zu lassen.

In allen Naturwissenschaften suchen wir das Gesetz, das heifst, das Beständige in der Mannichfaltigkeit der Begebenheiten und der Erscheinungen. Das Gesetz bestimmt die Bedingungen, unter welchen diese Erscheinung wiederum hervorgebracht wird und hervorgebracht werden mufs, so lange die Natur als solche bleibt. Der Begriff von Art in der Naturgeschichte ist eine solche Gesetzesbestimmung; er bezeichnet die Beständigkeit der Gestaltung in der Reihe der Zeugungen. Es liegt der Begriff von Art nicht allein der ganzen Wissenschaft zum Grunde, sondern die Bestimmung der Arten macht sogar den gröfsten Theil derselben aus. Allerdings haben wir hier eine Menge einzelner

Gesetze, denn jede Art ist ihr Gesetz, aber es ist ein Verlangtes, obwohl nicht immer Erreichtes, diese vielen einzelnen Naturgesetze auf höhere zu bringen, und so die Ableitung von hohen und folglich einfachen Gesetzen darstellen zu können. Soll das System in der Naturkunde irgend einen wissenschaftlichen Werth haben, so mufs es eine solche Ableitung von höhern Gesetzen, wenigstens vorbereiten.

Wir setzen in den höhern Eintheilungen der Naturkörper, wie sie das System liefert, die Bestimmung der Arten voraus, und kümmern uns nicht um die Schwierigkeiten, welche diese hat oder haben kann. Aber wir sollen weiter fortgehen von der Art zur Gattung, zur Ordnung u. s. w. und zwar auf demselben Wege, auf welchem wir zur Bestimmung der Art gelangten, damit wir lernen, die letztere von höhern Eintheilungen abzuleiten. Das Beständige der Gestaltung in der Reihe der Zeugungen unter den verschiedenen Einwirkungen äufserer Einflüsse bestimmten die Art; es mufs also die Beständigkeit der Gestaltung auch in den höhern Eintheilungen dasjenige seyn, worauf wir vor allen andern Bestimmungen sehen müssen. Es wird also das Veränderliche zuerst aus den Kennzeichen aller höhern Ordnungen eben so ausgeschlossen, wie aus den Kennzeichen der Art; und dieses ist die erste Regel, welche wir zu befolgen haben. Davon waren alle Naturforscher überzeugt, sobald sie anfingen über Natursysteme zu urtheilen. Es bleibt der schlimmste Vorwurf, welchen man dem Linnéischen Sexualsystem machen kann, dafs die Zahl der Staubfäden gar oft, die Zahl der Staubwege nicht selten veränderlich ist. Aber wir gehen weiter. Das Veränderliche wird durch Beobachtung gefunden, und wir wenden es entweder nur im Allgemeinen oder Besondern an. Die Zahl der Staubfäden und die davon abhängige Zahl der Blumenblätter und der Kelchblätter kann allerdings nicht als Kennzeichen der Art dienen, an welchen man sie veränderlich beobachtet hat, aber wohl als Kennzeichen anderer Arten, an welchen man sie niemals abändernd gefunden hat. Denn man sieht keinen Grund, warum das Kennzeichen nicht in einem Falle veränderlich, in einem andern hingegen beständig seyn sollte. Aber, indem wir uns von dem Besondern zum Allgemeinen, von der Bestimmung der Arten zur Bestimmung der Gattungen und Ordnungen, überhaupt zur höhern Eintheilung begeben, verlangen wir, dafs dieses

in Folge eines Grundsatzes geschehen solle, welcher auf die Bestimmung der Art den gröfsten Einflufs hat, oder der Art die Bestimmung giebt, des Grundsatzes nämlich, welcher die Beständigkeit der Natur ausspricht. Es wird hieraus folgern, dafs in der Bestimmung höherer Abtheilungen und Ordnungen nicht allein die Kennzeichen ausgeschlossen werden, welche wie bei den Arten in dem besondern vorliegendem Falle, sondern welche in irgend einem Falle innerhalb des ganzen Gewächsreiches oder wenigstens in den Normalgewächsen veränderlich gefunden wurden.

Die Naturforscher sind ins Geheim von diesem Grundsatze geleitet worden, ohne ihn auszusprechen. Nachdem Morison gesagt hatte, die Kennzeichen der Gattungen im Pflanzenreiche müsse man nur von dem letzten Zwecke der Vegetation *(finis ultimus)*, der Blüte und Frucht hernehmen, hat es kaum einer oder der andere Naturforscher gewagt, die Blätter zur Bestimmung der Gattungen und höheren Abtheilungen zu Rathe zu ziehen, ungeachtet man Morison sehr gut einwenden konnte, die Blüte sowohl als die Frucht sei nur der künftigen Blätter wegen vorhanden. Aber die Beobachtung, wie leicht das Blatt von der ungetheilten zur getheilten Gestalt übergehe, ergriff die Beobachter so sehr, dafs sie sogleich das Blatt als höchst veränderlich für die höhere Eintheilung der Gewächse verwarfen. Einige sprechen dieses klar aus, andere nehmen es stillschweigend an, ohne sich darüber zu äufsern. Sie bedenken nicht, dafs es weit weniger in die Augen fallende Kennzeichen sind, als diese Zertheilung, wodurch das Blatt nicht weniger als die Blüte sich das Recht erwirbt, als Quelle von Kennzeichen für höhere Abtheilungen angesehen zu werden.

Die Beständigkeit des Merkmals ist also die Bedingung, ohne welche es nicht als auszeichnendes Merkmal anerkannt wird. Aber giebt es einen Rang unter diesen beständigen Merkmalen? Sind einige mehr geeignet, die höhern Abtheilungen zu bestimmen, als andere, und welche müssen zur Bestimmung der Gattungen, welche zur Bestimmung der Familien, Ordnungen und Klassen ausgewählt werden? Es ist nothwendig, bei dem Grundsatze zu bleiben, nach welchem wir die Arten unterschieden haben, wenn wir nicht die höhern Abtheilungen einer blofsen Willkühr überlassen wollen, bei der Veränderlichkeit der Merkmale. Da wir nun für diese Abtheilungen alle diejenigen Kennzeichen ausge-

schlossen haben, welche an irgend einer ausgebildeten Pflanze veränderlich befunden worden, so bleibt uns hier kein anderer Unterschied übrig, als zwischen der gröfsern und geringern Leichtigkeit, womit die Kennzeichen in einander übergehen könnten. Da die Nerven eines Blattes sich gegen den Umfang immer mehr zertheilen, so ist der Uebergang aus einem ganzrandigen zum gesägten Blatte viel leichter, als aus einer Blattscheide zu einem eingesenkten Blattstiele, wo die Wendung aller Gefäfsbündel im Umfange des Stammes nach einer Seite erfordert wird, um den Stiel zu bilden. Eben so kann die Verlängerung eines oder mehrerer Blumenblätter vor den übrigen viel leichter geschehen, als die Verwandlung einer Blüte mit unten stehenden Fruchtknoten in eine andere mit dem Fruchtknoten in der Mitte. Mit Recht hat man das Kennzeichen, ob der Embryo aufrecht oder verkehrt im Samen liege, der Gestalt der Frucht und des Samens zu den höhern Abtheilungen weit vorgezogen, weil viele Aenderungen nöthig sind, um aus der aufrechten Lage eine verkehrte zu machen. Ob die Pflanzen mit einem oder zwei Blättern keimen, könnte nur ein sehr untergeordnetes Kennzeichen, höchstens nur zur Unterscheidung der Gattungen geben, aber der ganze Bau des monokotyledonen Embryo ist so sehr von dem Baue des dikotyledonen verschieden, dafs man dieses Kennzeichen mit Recht an die Spitze aller Abtheilungen gestellt hat.

Der Uebergang aus einer Gestalt in die andere kann als Entwickelungsstufe angesehen werden. Denn in jeder Verschiedenheit kann man ein Mehr oder Weniger finden, und in jeder Verschiedenheit zweier Gestalten folglich einen Schritt zur gröfsern Entwickelung. So erheben wir uns auch in der Betrachtung dieser Gegenstände, und entfernen uns immer mehr von dem dürren Namenverzeichnifs der Naturkörper, welches, obwohl nothwendig für andere Zwecke, doch niemals als sein eigener zu betrachten ist. Das System wird auf diese Weise eine Entwickelungslehre, und die Entwickelungslehre führt uns auf die Entstehung des Gegenstandes, welche zu kennen der höchste Zweck der Wissenschaft ist.

Aber es ist nicht nothwendig, dafs alle Theile eines und desselben Naturkörpers auf einer und derselben Stufe der Entwickelung stehen, sondern ein Theil kann weiter fortgerückt seyn, als der andere. Wir

sehen Pflanzen mit Schmetterlingsblüten, deren Blätter höchst unentwickelt sind; wir sehen Acacien mit höchst zusammengesetzten Blättern, deren Blüten sehr einfach sind. Es entsteht nun die Frage: Wie verhalten sich die Theile zu einander nach den Stufen ihrer Entwickelung, und giebt es Gesetze, welche diese Verhältnisse aussprechen? In einer Abhandlung über diesen Gegenstand (Abhandlungen der Königl. Akadem. d. Wissensch. v. J. 1822-1823. S. 157.) habe ich folgende Gesetze festgestellt:

1) Indem ein Theil auf derselben Stufe der Entwickelung stehen bleibt, gehen alle andere für sich ihre Reihen der Entwickelung durch. Es ist das Centrifugalgesetz der Bildungen.
2) Befinden sich alle Theile auf ähnlichen Stufen der Entwickelung, so kommen diese Gestalten häufig vor, und sind nur in geringen Abweichungen von einander verschieden.
3) Befinden sich aber die Theile auf verschiedenen Stufen der Entwickelung, so kommen solche Gestalten nicht allein seltener vor, sondern ein Theil hat auf den andern Einflufs, so dafs die Entwickelungsstufen der Theile dadurch einander genähert werden. Es ist das Centripetalgesetz der Bildungen.

Die Verwandschaften der Pflanzen stellen also nicht eine einfache Reihe vor, oder einen Kreis, oder eine Ellipse, oder auch einen Stamm, eine Wurzel, sondern eine Reihe von veränderlichen Gröfsen. Man bezeichne die Haupttheile der Pflanzen mit $a, b, c, d, e$ u. s. w. Man bestimme für jeden Theil die Entwickelungsstufen $a, a^{\text{I}}, a^{\text{II}}, a^{\text{III}}, a^{\text{IV}}, a^{\text{V}}$, und $b, b^{\text{I}}, b^{\text{II}}$ u. s. w., so wird sich jede Pflanze nach ihrer Verwandschaft, oder ihrer Stelle im natürlichen System ausdrücken lassen, wenn man alle Glieder der Reihe, jedes auf seiner gehörigen Stufe beständig setzt. Es bedeute $a$ den Stamm oder vielmehr die Gestalt des Stammes, $b$ eben so das Blatt, $c$ den Blütenstand, $d$ die Blüte, $e$ die Frucht. Nun läfst sich ein Gras überhaupt folgendermafsen ausdrücken $= a + b + c^x + d + e$ indem die Gestalten aller Theile sehr einfach sind, und nur der Blüthenstand sich veränderlich zeigt, auf dieselbe Weise, wie an andern Gewächsen. Für ein bestimmtes Gras müfste nun noch dieser Blütenstand, als eine höchst einfache Aehre $c$, wie an *Monerma*, oder als mehr zusammengesetzte $c^{\text{I}}$, wie an *Triticum* u. s w. bestimmt

werden. Eine Orchidee würde sich durch $a + b^{\text{I}} + c^{\text{I}} + d^{\text{IV}} + e^{\text{III}}$ ausdrücken lassen, da die Blüte als Lippenblüte einen bedeutenden Grad von Ausbildung erreicht hat, und eben so die Frucht als dreifächerigte vielsamige Kapsel. Es giebt in der Natur gar selten scharfe Abschnitte zwischen den Gestaltungen, daher wird es oft nöthig seyn, die Mittelstufe zu bezeichnen, welches sich durch $a^{-\text{I}}$, $a^{\text{I}-\text{II}}$, $a^{\text{II}-\text{III}}$ u. s. w., oder genauer $a^{<\text{I}}$, $a^{\text{II}>\text{III}}$ u. s. f. ausdrücken läfst. Wenn ein Glied mit $b^{0}$ bezeichnet in der Reihe vorkommt, so würde dieses bedeuten, dafs der Theil zwar fehle, der Ort dafür aber vorhanden sei.

Eine solche Reihe bezeichnet die natürliche Stelle eines Gewächses nur in Rücksicht auf eine bestimmte Klasse, Ordnung oder Unterordnung. Der Ausdruck $a^{\text{III}}$ als beständig für eine höhere Ordnung, kann innerhalb der Grenzen von $a^{\text{III}}$ für eine niedere Ordnung veränderlich seyn. Es ist eine geringere Veränderung, der Uebergang aus einer in die andere ist leichter möglich, und eben darum auch die Gestaltung mehr für eine niedere Ordnung bestimmend. Eben so ist es mit den Theilen selbst. Für eine höhere Ordnung müssen $a, b, c, d, e$ Theile bedeuten, welche für eine niedere Ordnung in kleinere zerfallen, und folglich mufs die Zahl der Glieder vermehrt werden, wenn die Reihe für eine Unterordnung gelten soll. So verwandeln wir die Reihen für höhere Ordnungen in Reihen für niedere, wenn wir sowohl die Theile, oder die Gröfsen selbst als ihre Exponenten in kleinere zerlegen.

Nicht alle Verbindungen können wir in der Natur nachweisen, sondern wir treffen auf manche Lücken, welche vielleicht in der Zukunft ausgefüllt werden möchten, vielleicht in einer Vorwelt ausgefüllt waren, und in einer Nachwelt seyn werden. Jene Formeln machen uns aufmerksam auf die Lücken, und lehren uns einigermafsen im Voraus die Formen zu bestimmen, welche noch könnten entdeckt werden.

Einige Veränderungen leiden jene Reihen durch das dritte Gesetz, welches verursacht, dafs die Glieder der Bestimmungsreihe von einander abhängig sind. So ist z. B. $d^{\text{III}}$ nicht einerlei in der Reihe, welche mit $a^{\text{I}}$ anfängt, und in der Reihe, welche mit $a^{\text{III}}$ anfängt. So haben die Orchideen eine Lippenblume, aber sie ist doch anders gebildet, als die Lippenblume der Labiaten. Um jedoch die Vergleichung nicht zu verlieren, ist es durchaus nothwendig, Theile und Gestalten nach

der Analogie zu benennen, und ihnen nicht nach den verschiedenen Ordnungen verschiedene Namen zu geben. Es ist sehr zu tadeln, wenn man den Stamm der Gräser nicht *caulis* sondern *culmus* nennt, und wenn gar Hedwig für den Stamm der Moose einen besondern Namen *surculus* ersinnt. Es ist durchaus kein Grund vorhanden, warum man den Früchten der Lichenen einen andern Namen giebt, als den Früchten der Pilze. So hat man oft mit Unrecht auf Nebenbestimmungen gesehen, indem man die Kunstwörter in der Wissenschaft bestimmte, und der vielblättrigen Blume den Namen einer *corolla labiata* versagt, da es doch nur auf die Gestalt überhaupt ankam. Am unrechten Orte hat man hier oft zu grofse Genauigkeit angewandt, und bei dem Blicke auf das Einzelne den Blick auf das Ganze verloren. Da wo es der allgemeinen Bestimmungen bedarf, müssen auch solche angewendet werden, und wo sie nicht vorhanden oder übersehen sind, mufs man sie hervorheben oder machen.

Das zweite Gesetz hat nicht sowohl Einflufs auf die phytologische Bestimmung der natürlichen Ordnung durch jene Reihen, als auf die Technik des natürlichen Systems, wie es gewöhnlich zusammengestellt wird. Man fand, dafs solche Ordnungen, welche man allgemein für natürlich erkennt, sehr viele Gattungen und Arten haben; es sind nämlich solche, wo alle Theile des Gewächses auf derselben Stufe der Entwickelung stehen. Nun forderte man aber durchaus im ganzen Gewächsreiche solche gleichsam gerundete natürliche Ordnungen, und um diese hervorzubringen, rechnete man einzeln stehende Gattungen den schon bestehenden Ordnungen an, wenn sie gleich in vielen Stücken nicht damit übereinkamen; so wurde *Eryngium* eine Umbellate, *Cassia* eine Leguminose u. s. w. Ja sehr oft erklärte man geradezu, dafs man die Gattung vorläufig nur zu einer schon bestehenden Ordnung bringe, indem man hoffe, dafs daraus eine natürliche Ordnung erwachsen werde, wenn man noch mehr Arten kennen lerne. Diese Hoffnung ist allerdings hier und da erfüllt worden; so sind die Gattungen *Cucullaria* und *Qualea*, jede aus ein oder zwei Arten bestehend, bereits zu einer ziemlich ansehnlichen natürlichen Ordnung herangewachsen. Aber wenn dieses auch hin und wieder geschieht, so mehren sich doch zugleich die

Arten der gröfsern Ordnungen so sehr, dafs im Grunde dasselbe Verhältnifs bleibt, wenn es auch nicht mehr so auffallend ist, als vorher.

Dieses Bestreben nach gerundeten natürlichen Ordnungen, dieses Anreihen der Mittelgattungen oder einzeln stehenden Gattungen an schon bestehende Ordnungen ist nicht ganz zu tadeln, und durch alles Tadeln wird man es doch nicht verbannen. Denn die Art tritt individuell auf, und da sich auf Kenntnifs der Arten alle Kenntnifs der höhern Abtheilungen gründet, so verlangt man diese Individualität überall. Darum will man keine Mittelgattungen, keine einzeln stehende von ungewisser Stellung, sondern man verlangt Ordnungen, welche aus mehreren Gattungen und Arten bestehen, wie die Art nur vorhanden ist, wenn sich mehrere Individuen zu derselben finden.

Wir mögen daher die natürlichen Ordnungen beibehalten, ja die ganze Technik des natürlichen Systems, nur wollen wir jeder natürlichen Ordnung die gehörige Bestimmungsreihe vorsetzen. Pflanzen, welche mit der Bestimmungsreihe ganz überein kommen, sind *habitus genuini*, angehörende; Pflanzen, welche in einem oder dem andern Stücke abweichen, sind *habitus deliquescentis*, oder angenommene. So ist *Eryngium* eine angenommene Gattung in der Ordnung der Doldengewächse, *Cassia* in der Ordnung der Leguminosen u. s. w. Es sind solche Pflanzen, bei denen einzelne Glieder der Bestimmungsreihe, welche sonst für die ganze Ordnung beständig sind, veränderlich werden. Wir mögen ferner auch diejenigen natürlichen Ordnungen beibehalten, welche nach einem oder einigen wenigen Theilen gebildet sind, ohne dafs man auf alle übrigen Rücksicht genommen, wie dieses eigentlich mit den Leguminosen der Fall ist, wo man nur auf die Hülse (*legumen*) sieht, und gar nicht auf die Blume, wie bei der Sippschaft der Mimosen, bei der *Ceratonia Siliqua* u. a., oder gar nicht auf die Blätter, wie bei vielen Neuholländischen Pflanzen, *Platylobium* u. dgl. Hier ist nur ein Glied der Bestimmungsreihe beständig, alle anderen sind veränderlich. Eben so mögen wir auch die natürlichen Ordnungen beibehalten, für welche sich kein einziges bestimmtes Kennzeichen angeben läfst, sondern viele kleine Kennzeichen den Charakter der Ordnung bilden, wie dieses mit den *Urticeae* der Fall ist. Hier sind alle Glieder der Bestimmungs-

reihe veränderlich. Aber ihre Veränderungen sind innerhalb bestimmter Gränzen eingeschlossen, oder schwankend zwischen zwei nahe gelegenen Grenzen. Endlich mufs man wohl Rücksicht darauf nehmen, dafs man manche natürliche Ordnungen zum ersten Range erhoben hat, welche nur in einem unteren Range stehen sollten. So hat Brown mit Recht gesagt, dafs verschiedene kleine natürliche Ordnungen wie sie Jussieu in den Monokotyledonen angenommen, oder wie er selbst sie bestimmt hat, eigentlich in eine, die *Liliaceae*, sollten zusammengestellt werden. Die Bestimmungsreihe für jene natürliche Ordnungen kann nur eine niedere seyn, als für die *Liliaceae*.

Soll die Ordnung der Natur sich deutlich darstellen, so ist es nöthig, nicht allein die Bestimmungsreihe beständig vor Augen zu haben, sondern auch in ihr die Reihe der Zeichen unverändert zu behalten. Oder mit andern Worten: Wir werden das wahre natürliche System nie kennen lernen, so lange man die Kennzeichen nach Willkühr bald von diesem, bald von jenem Theile nimmt, und viele ganz als ohne Bedeutung verwirft. Es ist nothwendig, alle Theile durchzugehen, und zwar nach der Ordnung durchzugehen, zu bestimmen, ob sie veränderlich oder beständig sind, auch die Gränzen innerhalb welcher die Veränderlichkeit fällt. Es kann oft vorkommen, ja es ist sogar nothwendig, dafs eine Art oder Gattung in mehreren natürlichen Ordnungen oder Abtheilungen aufgeführt werde, wenn die Gestaltung zwischen zwei Stufen fällt. Ueberhaupt wird man davon abgehen, eine Reihe sowohl der Ordnungen selbst, als der Familien und Gattungen herauszwingen zu wollen, welche den Gesetzen der natürlichen Verbindungen ganz widerspricht; ein altes Andenken an die Idee von einer Leiter der Natur.

Nach diesen Grundsätzen wollen wir nun zu den Eintheilungen selbst fortgehen. Es ist nicht genug, bei den allgemeinen Abtheilungen stehen zu bleiben, sondern wir müssen wenigstens bis zu den Gattungen selbst herabsteigen, um die Gliederung eines solchen Systems bemerklich zu machen. Eine solche Darstellung kann aber nicht der Gegenstand einer einzelnen Abhandlung seyn, dafür ist der Umfang des Pflanzenreiches viel zu grofs; wir wollen also nur den Anfang des Systems liefern, und in der Fortsetzung gelegentlich weiter gehen. Ein

System, welches auf die Entwicklungsstufen des Pflanzensystems gegründet ist, mufs von dem Einfachen anfangen, und von diesem nach und nach zum Zusammengesetzten fortschreiten.

Die fünf Klassen, in welche die Pflanzen nach ihren Entwicklungsstufen einzutheilen sind, habe ich bereits in der Abhandlung über die natürlichen Ordnungen der Gewächse (s. Abhandl. für 1822-1823) angegeben.

## Cl. I. *Cryptophyta.*

Wurzel, Stamm und Blätter sind nicht von einander getrennt.

Wurzel, Stamm und Blätter sind in einen Theil übergegangen, den wir, sofern er zur weitern Verbreitung der Pflanze dient, mit Acharius, *thallus* und deutsch Sprofstheil nennen wollen. Doch hat Acharius das Wort nur auf die Lichenen angewandt. Das Wesentliche des Sprofstheiles, welches jener Schriftsteller übersah, besteht darin, dafs die Pflanze durch ihn fortwächst, oder Sprossen treibt. Ich habe diesen Begriff von *thallus* in *Element. Philos. botan. Berol.* 1824. *p.* 196. festgesetzt.

Die Zellen des Zellgewebes sind klein, rundlich, unregelmäfsig neben einander gelegt oder zusammengehäuft. Sie bilden dadurch Membranen oder zusammengesetzte rundliche Haufen. Aufser diesen Zellgeweben, giebt es auch noch lange Zellen oder Faserzellen, welche entweder Röhren ohne Querwände, oder auch Röhren mit Querwänden darstellen. Sie sind entweder einfach oder verästelt, und stellen den Uebergang von der Zelle zum Fasergefäfs vor. Endlich giebt es noch Zellen von verschiedener Gröfse einzeln zwischen den Faserzellen zerstreut, und in einigen seltenen Fällen besteht die ganze Pflanze aus solchen grofsen Zellen *(Phallus)*. Es scheint als ob die Natur auf diesem zu einfachen Wege nicht weiter konnte, und daher bald in ihren Bildungen stehen blieb.

Es ergeben sich daraus für die innere Bildung folgende Entwicklungsstufen.

1. Der Sprofstheil fehlt ganz und gar. Zwischen Fehlen und Fehlen ist aber ein grofser Unterschied. Oft fehlt ein Theil so, dafs auch nicht ein analoger Theil dafür vorhanden ist, welches ich *(Elem. Phil.*

*bot. p.* 64.) *carere* genannt habe. Deutsch mag es Fehlen heifsen. So fehlen den Kryptophyten die Blätter. Oder ein Theil fehlt so, dafs die analoge Stelle dafür sogleich erkannt wird, welches ich (das.) *deficere* genannt habe, und welches man deutsch Mangeln nennen kann. So mangelt die Blumenkrone in *Alchemilla*. Alles Fehlen macht ein Hauptkennzeichen, aller Mangel ist unbedeutend. Hier tritt der Mangel nur in Rücksicht auf die unterste Bildungsstufe ein und fällt mit ihr zusammen, welches aber keinesweges im Pflanzenreiche immer der Fall ist. Wir treffen diesen Mangel nur bei den Pilzen an.

Die unterste Bildung in Rücksicht auf die Structur ist, wo der Sprofstheil ganz und gar aus einfachen oder ästigen Röhren besteht, mit oder ohne Querwände. Wir wollen diesen Sprofstheil, den flockigen nennen. Die Röhren sind von einander gesondert, oder auch mit einander verwebt und verflochten. Diese Bildung ist der Uebergang aus der Zelle zum Fasergefäfs, welches auf eine doppelte Weise geschehen ist; die Zellen haben sich nämlich an einander gereiht, wodurch Querwände entstanden sind, oder die Zellen haben sich verlängert, und in eine Röhre ohne Querwand verwandelt. Die Pflanze ist hier gleichsam in ihre Gefäfse aufgelöset, und das, was in andern Gewächsen innerlich war, ist hier äufserlich geworden. Die Röhre, wie überhaupt die Bildung mit Querwänden steht auf einer untern Stufe, als da wo die Querwand völlig verschwunden und die Bildung gelungen ist, der Sprofstheil der Schimmel giebt ein Muster von dieser Bildungsstufe.

2. Der Sprofstheil besteht aus einfachen gewundenen Fasern, welche ganz gefüllte Röhren oder dichte Fäden zu seyn scheinen. Ich finde solche Röhren oder Fasern in *Spongia lacustris*. Es ist immer schwer zu sagen, ob ein zarter Theil hohl sei oder nicht; hier spricht die Dicke und Gleichförmigkeit des einzelnen Fadens dafür dafs er dicht ist.

3. Der Sprofstheil besteht aus Bündelweise zusammenliegenden, geraden, einander durchkreuzenden Röhren. *Coenogonium*. Ein eigener, sonderbarer Bau.

4. Der Sprofstheil hat ein gleichförmiges Innere, nämlich in Rücksicht auf seine Structur und die einfachen Theile *(partes similares)* woraus er besteht. Es ist hier nicht von Keimkörnern, Fruchtbehältern.

Gliederungen u. dgl. die Rede, wodurch allerdings ein Gewächs in seinem Innern sehr ungleichförmig werden kann, sondern nur von den Zellen, Fasergefäfsen, Membranen, woraus die Pflanze zusammengesetzt ist. Viele Algen.

5. Der Sprofstheil besteht aus kleinen Zellen, welche mehr oder weniger rundliche Haufen bilden. Diese Haufen stellen Keimkörner oder Knospen (Gemmen) vor. *Lichenes crustacei.*

6. Die Hauptstufe der Bildung ist wo der Ueberzug aus kleinen rundlichen Zellen, die Mitte hingegen aus langen Faserzellen besteht. Dieser Bau ist dem Baue der vollkommenen Pflanzen analog, indem die kleinen Zellen im Umfange die Rinde, die Faserzellen in der Mitte das Holz vorstellen. Doch aber leidet er manche Verschiedenheiten. Die Faserzellen welche meistens einfach, seltner ästig sind, auch öfter keine Querwände haben, zeigen sich zuweilen ganz trocken, so dafs sie Haaren oder Baumwolle gleichen, wie in den Lichenen, zuweilen gallertartig, wie in den Tangarten. Es mangeln zuweilen die Faserzellen, wie in *Gyrophora*, oder es mangelt der rundzellige Ueberzug auf den untern Seiten, wie in manchen Lichenen. Der äufsere Ueberzug besteht auch wohl aus gallertartigen Zellen, und nimmt den ganzen Sprofstheil ein, bis auf wenige, zerstreute, oft kleine Faserzellen, wie in *Collema*. Sehr selten finden sich neben den verfilzten Faserzellen noch andere in ein Bündel aus gleichlaufenden Fasern zusammengelegt wie in *Usnea*.

Diese innere Bildung nennen wir Structur, und bezeichnen sie mit *St.*, also die Stufen mit 1 *St.*, 2 *St.* u. s. w. Der Bequemlichkeit wegen wollen wir die Zahlen vor, nicht oben an das Zeichen setzen, wie vorhin geschehen ist, obgleich der Ausdruck der Stufenfolge durch Exponenten naturgemäfser seyn möchte, als durch Coefficienten.

Zwar haben die Kryptophyten keine wahre Wurzel, aber viele derselben wurzeln doch im Boden, und oft besitzen sie daher einen oder mehrere Theile, welche man Wurzel nennen kann. Wenn wir also die äufsere Gestalt dieser Gewächse bestimmen wollen, müssen wir zuerst von der Wurzel reden. Einigen fehlt die Wurzel ganz und gar, und diese verhalten sich auf eine doppelte Art. Die Wurzel = *R.* fehlt ihnen 1) weil der Sprofstheil überall wurzeln kann, oder weil er durchaus Wurzel ist wie der flockige. In diesem Falle nimmt der

Sprofstheil auch zuweilen die Form der Wurzeln an, wie sie sich an den vollkommenen Pflanzen finden; eine Bildung, welche zwar selten aber doch an einigen Pilzen vorkommt. Oder die Wurzel fehlt auch, weil 2) die Pflanze gar nicht wurzelt. Dieses findet bei einigen Wassergewächsen statt, selten auch bei einigen Gewächsen, welche lose auf der Erde liegen oder unter der Erde sich befinden. Oder die Pflanzen wurzeln 3) mit der ganzen untern Fläche ohne besondere Theile. Die Theile wodurch diese Pflanzen wurzeln, sind 4) Warzen oder Verlängerungen. Endlich befindet sich an einigen 5) eine schildförmige Wurzel. Die drei letzten Wurzelungen sehen wir an den Lichenen.

Die Gestalt des Sprofstheils = *F* erscheint 1) unbestimmt, so dafs von ihm etwas genommen oder ihm hinzugesetzt werden kann, ohne die Gestalt im Wesentlichen zu ändern, wie der flockige Sprofstheil der Pilze. Sie ist ferner 2) ganz rundlich; die unentwickelte Gestalt des Samens darstellend, wie bei den Nostochien. Oder sie zeigt sich 3) aus mehreren Individuen zusammengesetzt; eine Näherung zur unbestimmten Gestalt, z. B. die Zusammensetzung des Lichenenkörpers. Hat sich nun der Sprofstheil vollkommen zur Individualität ausgebildet, so erscheint er 4) artikulirt, aus mehreren Stücken bestehend, als Uebergang zur zusammengesetzten Gestalt, wie wir es an vielen Algen sehen, oder nicht artikulirt, und dann 5) mehr in die Breite ausgedehnt, blattartig, oder 6) mehr in die Länge ausgedehnt, eigentlich stammartig. Beide Gestaltungen kommen in der Ordnung der Algen vor.

Nach dem Sprofstheile kommt der Fruchttheil zur Untersuchung. Die Kryptophyten haben zweierlei Fruchttheile, wodurch sie sich fortpflanzen. Die ersten sind die Keimkörner *(sporonia, sporonulae)*; Körner, welche durch die ganze Substanz des Gewächses verbreitet sind, und auf der Oberfläche überall, oder nur an einigen Stellen hervortreten. Diese Keimkörner habe ich an vielen Pilzen schon früher beobachtet, und zwar mit den wahren Fruchtbehältern zugleich, aber ihnen keinen besondern Namen gegeben; auch schliefse ich nur analogisch, dafs die Pflanze durch sie vermehrt wird. In den Algen hat sie Vaucher als die Samen seiner Gattung *Polyspermes* angegeben, aber ebenfalls nicht von den Fruchtbehältern geschieden. Hedwig sah sie als die männlichen Geschlechtstheile der Lichenen an. Cassini säete sie aus,

und erhielt daraus junge Pflanzen, eine Beobachtung, welche durch die wiederholten und genauen Versuche von G. F. W. Meyer nicht allein bestätigt; sondern auch vollkommner dargestellt ist. Es scheint, dafs die Keimkörner den Gemmen anderer Pflanzen ähnlich sind, und also das Individuum fortsetzen, da hingegen die Körner in den Fruchtbehältern dem Stamm analog scheinen und nur die Art fortsetzen mögen. Die Vermehrung durch Keimkörner, als allen Kryptophyten eigen, und nur wenig Verschiedenheiten zeigend, denn die Entwicklung an der Oberfläche nähert sich nur einer bestimmten, tritt also nicht in die Reihe der Bildungsstufen ein, ausgenommen wenn der Fruchtbehälter fehlt.

Die Reihe der Bildungen für die Kryptophyten geht von einem doppelten Ursprunge aus; entweder von dem Sprofstheile oder dem Fruchttheile. In der Gattung *Sporotrichum* sehen wir nur den flockigen Sprofstheil, oft ungeheuer ausgebreitet, und Keimkörner; in der Gattung *Caeoma* dagegen nur Fruchtbehälter und eine Andeutung vom Sprofstheil in dem Flecken des Blattes, worauf sich der Brand entwikkelt. Von beiden Seiten treffen die Formen zusammen; der Fruchtbehälter bildet sich mehr aus, und fängt sogar an, selbst, unabhängig von dem Sprofstheile, welcher zugleich vorhanden ist, zu wurzeln und wurzelähnliche Theile zu bilden, wie wir an einigen Arten von *Agaricus* deutlich sehen; der Sprofstheil bildet sich ebenfalls aus und verwandelt sich in einen Theil, welcher die Pflanze nicht mehr durch Fortwachsen und Entwickeln neuer Theile vermehrt und vergröfsert, aus Faserzellen besteht mit rundlichen Zellen verwebt, der Frucht zwar zur Unterstützung dient, aber doch von ihr gesondert ist. Diesen letzten Theil hat man *Stroma*, Unterlage genannt, und man sieht ihn an vielen Pilzen von gar verschiedener Gestalt. Das Schwanken der Gestaltung zwischen Fruchtbehälter und Sprofstheil mag die erste Stufe des Fruchtstandes seyn, welchen wir als analog dem Blütenstande, oder der Inflorescenz mit *J* bezeichnen wollen. Dann folgt 2) die Gestaltung wo der Fruchtbehälter in dem Sprofstheile seine Entwicklung nicht allein beginnt, sondern sie auch vollendet, und nun die Samen auswirft, wie es mit vielen Algen der Fall ist. Endlich 3) die Gestalt, wo der Fruchtbehälter innerhalb des Sprofstheiles die Entwicklung zwar anfängt aber nicht beendet, sondern ganz äufserlich wird, und auf der Oberfläche hervortritt.

Da keine männliche Geschlechtstheile zu finden sind, da beim Keimen auch die Fruchtkörner sich gerade zu verlängern, ohne irgend eine Umhüllung abzuwerfen, so bleibt es zweifelhaft ob man diese Fruchtkörner Samen oder wie die Keimkörner Gemmen nennen soll. Ich habe ihnen daher den Namen *sporae*, Fruchtkörner, nicht Samen, gegeben, und dem Theile worin sie eingeschlossen, oder welchem sie zunächst angeheftet sind, den Namen Fruchtbehälter *(sporangium)* = *Sp.* Er fehlt zuerst oft gänzlich, und an der Stelle der Fruchtkörner pflanzen Keimkörner die Pflanze fort. Wenn die Fruchtkörner 2) ganz nackt sind, so kann man nicht immer mit Sicherheit bestimmen, ob das einzelne Korn wirklich nur eine *spora* oder schon ein *sporangium* ist, und dann nenne ich das Fruchtkorn ein *sporidium*, eine *sporidia*. Zuweilen 3) liegen die Fruchtkörner innerhalb des Sprofstheils oder des *stroma* zerstreut, und nur durch ihre Gröfse von den Keimkörnern verschieden, wie in den Tremellen. Die Fruchtkörner befinden sich 4) an oder in dem Fruchtbehälter zusammengehäuft; sie sind 5) in längliche Schläuche *(thecae)* eingeschlossen, und diese wiederum in einem Fruchtbehälter verborgen, oder diese Schläuche überziehen 6) den Fruchtbehälter auf seiner äufsern Fläche. Unter Nr. 4 gehören auch die Formen, wenn in einem Fruchtbehälter mehrere kleinere, und in diesem erst die Fruchtkörner befindlich sind, so wie unter Nr. 5 und 6 die Formen gehören, wo in einem Schlauche mehrere kleine sind.

Nachdem wir nun die Theile der Kryptophyten nach ihren Entwicklungsstufen durchgegangen sind, wollen wir die Verknüpfungen derselben aufsuchen. Wir haben zuerst: $1\,St. + 1\,R + 1\,F + 1\,J + 1\,Sp.$ in einer Schimmelgattung, welche ich *Sporotrichum* genannt habe. Setzen wir zuerst das letzte Glied veränderlich, so kommen die ersten Glieder mit $2\,Sp.$ in den Schimmelgattungen *Botrytis, Aspergillus* u. s. w. vor; mit $3\,Sp.$ in *Tremella*; mit $4\,Sp.$ in *Lycoperdon* u. s. w.; mit $5\,Sp.$ in *Sphaeria*; mit $6\,Sp.$ in *Agaricus* u. s. w. Nur $1\,J$ erscheint zuweilen als $3\,J$ oder $5\,J$ aber höhere Formen von $R$ und $F$ kommen nicht vor. Kurz wir haben die Bezeichnung $1\,St. + 1\,R + 1\,F + 1.3.5\,J + x\,Sp.$ für die Pilze. Dieses giebt eine wohl gesonderte, und daher als sehr natürlich erscheinende Ordnung.

1 *St.* + 1 *R* + *F* + 3 *J* + 4 *Sp.* ist *Spongia lacustris.* Ich habe daran deutliche Fruchtbehälter und zwar in Menge gefunden, auch von bedeutender Gröfse fast wie ein Hirsekorn, von *Panicum germanicum,* grofs. Die Schale des Behälters *(peridium)* ist ziemlich dick, aber zerbrechlich, von braunrother Farbe, und hält eine Menge loser Fruchtkörner eingeschlossen. Es ist sehr wahrscheinlich, dafs in der Gattung *Spongia* noch andere Verknüpfungen vorkommen, deren Untersuchung sehr zu wünschen wäre. *Spongia lacustris* gehört dem Thierreiche viel weniger an, als manche Algen.

3 *St.* + 3 *R* + 3 *F* + 3 *J* + 6 *Sp.* ist das sonderbare *Coenogonium.* Wahrscheinlich giebt es in den Tropenländern noch andere Verknüpfungen mit diesem merkwürdigen Sprofstheile.

4 *St.* oder die inwendig gleichförmige Structur ist auf mannigfaltige Weise verknüpft. Sie kommt vor ohne Wurzel und mit einer Wurzel, besonders mit einer schildförmigen, mit einem ganz runden, blattförmigen und stammförmigen Sprofstheile, mit Fruchtbehältern, welche innerlich bleiben oder auf die Oberfläche treten, und endlich mit Fruchtbehältern von verschiedenem Baue, doch nicht mit den höhern, ausgebildeten Formen derselben. Wir rechnen alle diese Gestaltungen zu den Algen. Doch sind Fälle, in welchen sie sich schwer von den Pilzen unterscheiden lassen, und *Bystus Jolithus* ist bald in diese bald in jene Ordnung gebracht worden. Man kann nicht deutlich sehen, ob die Fäden hohl oder gefüllt sind; im erstern Falle wären diese Gewächse unbezweifelt Pilze, aber sie scheinen der Färbung wegen vielmehr gefüllt. Die Fäden derselben sehen allerdings aus, wie die aufrecht stehenden Fäden der Schimmelarten, aber die Keimkörner bleiben innerlich, und werden innerlich entwickelt und ausgeworfen, da sie hingegen in den Schimmelarten sich äufserlich sammlen. Daher möchte ich sie zu den Algen rechnen. Aber *Byssocladium,* welches die Algologen zu den Algen bringen. ist unbezweifelt ein Pilz, weil es die oben angegebnen Kennzeichen der Pilze hat.

Eine sonderbare Form, zu diesen Reihen gehörig, finden wir an den Nostochien. Das Gewächs ist eine gallertartige, innerlich gleichförmige Kugel, in welcher Faserzellen sich befinden, durch häufige Quer-

wände so abgetheilt, dafs sie Reihen von rundlichen Zellen scheinen. In diesen Faserzellen entwickeln sich Keimkörner und schwellen oft so sehr an, dafs man sie für Fruchtkörner halten möchte. Die umgebende Gallerte schwindet nach und nach in dem Uebergange der Formen, und *Batrachospermum* ist das Innere der Nostochien für sich ausgebildet, und nur noch mit einem schlüpfrigen Ueberzuge versehen.

Die inwendig gleichförmige Bildung kann zuweilen nur so erscheinen, weil die gallertartigen Faserzellen sich nicht völlig entwickelt haben. Sie geht also zu der letzten Bildung über und die Tangarten folgen auch in der Reihe der Algen.

5 *St.* oder der durchaus rundzellige Sprofstheil, welcher Gemmen darstellt, und die krustenförmigen Lichenen scharf bezeichnet, wurzelt immer nur mit der untern Fläche, hat eine unbestimmte Form und äufserliche Fruchtbehälter (3 *J*), wenn sie auch innerlich scheinen, denn immer zeigt sich eine entsprechende Oeffnung in dem Ueberzuge des Sprofstheils. Nur der Bau der Fruchtbehälter ist verschieden und $= x\,Sp.$ zu setzen wie in den Pilzen. Wir würden also hier wieder eine ausgezeichnete natürliche Ordnung haben, wenn nicht die Kruste der Lichenen sich in einen blattartigen Sprofstheil wirklich verwandelte und auch sonst auf mannichfaltige Weise dahin überginge.

Die höchste Form 6 *St.* des Sprofstheils, welche den vollkommnen Pflanzen am nächsten steht, vereinigt sich nicht mit den niedrigen Stufen der Wurzelung und der Gestalt des Sprofstheiles, auch nicht mit der untersten Stufe des Fruchtstandes, sonst aber mit allen andern Gestaltungen. Die Gewächse, welche einen solchen Sprofstheil haben, rechnen wir bald zu den Algen, bald zu den Lichenen. Wir sehen also hieraus, dafs eine scharfe Trennung zwischen diesen beiden natürlichen Ordnungen nicht vorhanden ist, und dafs Linné Recht hatte, wenn er sie vereinigte.

Aber die Zahl der Gattungen und Arten ist für eine natürliche Ordnung zu grofs, und umgekehrt ist die Zahl der natürlichen Abtheilungen zu grofs, wenn man sie alle trennen wollte. Wir wollen also nach der Bequemlichkeit verfahren, und die natürliche Ordnung der Lichenen herausziehen, die übrigen aber unter dem Namen der Algen vereinigt lassen. Die Ordnung der Lichenen wird bestimmt durch den krusten-

artigen oder vielmehr gemmenartigen Sprofstheil 5 *St.* und denjenigen, worein er übergeht. Dieses ist der Sprofstheil mit trocknen haarförmigen Faserzellen im Innern, den wir kurz den blattartigen nennen wollen. Hieran schliefsen sich der Aehnlichkeit wegen die Gyrophoren, denen die Faserzellen im Innern nur mangeln, und *Collema*, an denen die Faserzellen, durch die gallertartige zellige Umgebung von einander getrennt und entfernt sind. Auch mag man *Coenogonium* wegen der Aehnlichkeit der Fruchtbehälter mit den Fruchtbehältern der Parmelien hierher rechnen.

Eine richtige Einsicht von der Verwandschaft der Algen und Lichenen, so wie der Kryptophyten überhaupt, wird man nie erhalten, wenn man die Aehnlichkeiten nicht systematisch entwickelt, wenn man den Blick unbestimmt auf der Mannichfaltigkeit der Erscheinungen umherschweifen läfst, und nach Willkühr die Ordnungen vereinigt und trennt. Und wenn man auch Willkühr anwendet, so mufs man nur wissen dafs es Willkühr ist, welche man angewendet hat. Man trenne immerhin die Lichenen von den Tangarten, wenn man nur weifs, dafs der Tang ein unter das Wasser gesetzter Lichen ist, in welchem die trocknen Faserzellen zur gallertartigen Form aufgeweicht sind, und das Wasser die Fruchtbehälter verhindert hat, sich ganz nach aufsen zu kehren und zu entwickeln. Auf die Eintheilungen kommt weniger an, als auf den Schlüssel, welcher uns den Sinn derselben öffnet.

## O. 1. *Fungi.*

Der Sprofstheil ist flockig, oder mangelt ganz und gar.

Die Bedeutung dieser Bestimmung, und die Reihe für die Pilze ist in dem Obigen deutlich genug angegeben worden. Es kommt hier also nur auf die Unterabtheilungen an. Der Sprofstheil hat in der ganzen Ordnung dieselbe Gestalt, und sein Mangel kann keine Kennzeichen geben; es kann also nur das Verhältnifs des Sprofstheiles zum Fruchttheile und dieser selbst in Betrachtung gezogen werden. In Rücksicht auf jenes Verhältnifs befindet sich der Fruchttheil entweder auf dem Sprofstheil oder wird von dem letztern bedeckt, oder er steht neben dem letztern, in welchem Fall der Sprofstheil auch mangelt. Hiernach

werden drei Unterordnungen bestimmt und zwar: 1. *Mucedines*, Schimmelpilze; 2. *Fuligines*, Brandpilze; 3. *Mycetes*, Schwammpilze.

## Subordo 1. *Mucedines.* Schimmelpilze.

Der Sproſstheil dieser Pflanzen ist 1) gegliedert, oder an bestimmten Stellen mit Scheidewänden versehen, erscheint auch immer hohl und durchsichtig, oder er hat 2) keine Scheidewand, erscheint daher auch inwendig oft dicht und undurchsichtig. Er geht in dem letzten Falle nicht selten in eine Unterlage *(stroma)* über. Zwischen beiden Gestalten giebt es Uebergänge, wo nämlich die kleinen Fäden oder deren Spitzen nur Scheidewände haben, nicht die groſsen. Wir wollen diese zur zweiten Abtheilung rechnen. Diese Gestaltung des Sproſstheils setzen wir $= A$ *(articulatio)*. In Rücksicht auf die Frucht liegt er 1) entweder ganz nieder, und trägt die Fruchtkörner und Fruchtbehälter überall, oder 2) einzelne Fäden stehen aufrecht um Fruchtkörner oder Fruchtbehälter zu halten, oder 3) die Fäden zerfallen durchaus in Fruchtkörner. Hieher kann man 4) die Gestaltung bringen, wo die Enden der Fäden sich zusammenballen und dem Anscheine nach Fruchttheile machen. Wir bezeichnen dieses durch *St. (situs)*. Betrachten wir den Fruchtstand $= F$ genauer, so finden wir 1) die Fruchtkörner auf dem Sproſstheil zerstreut, an unbestimmten Stellen, oder 2) in der Mitte angehäuft, wo nicht selten der Sproſstheil später verschwindet, und eine Trennung vom Fruchttheil und Sproſstheil anfängt, oder 3) die Früchte befinden sich an der Spitze, seltener an der Seite der Fäden lose zusammengehäuft, oder 4) sie sind an den Seiten oder an der Spitze regelmäſsig gestellt, oder sie stehen 5) auf Fäden, als auf besondern Stielen. Die Früchte selbst $= Sp.$ sind 1) einfache Körner, 2) doppelte Körner, zwei dicht zusammengestellt oder mit einer Scheidewand, 3) mit Anhängseln versehen, 4) mit mehreren Scheidewänden, 5) in einem Behälter *(sporangium)* eingeschlossen, 6) nicht allein in einem Behälter, sondern auch innerhalb desselben in Schläuche *(asci)* eingeschlossen.

*Habitus genuini.*

$$1\,A + 1\,St. + 1\,F + 1\,Sp.$$

Die einfachste Form. Sproſstheil mit Scheidewänden, niederliegende Flocken, zerstreute einfache Fruchtkörner. Sie entstehen oft

aus eingeschnürten Zellen; zuweilen werden sie wohl als eine Flüssigkeit abgesondert.

*Sporotrichum, Byssocladium, Alytosporium, Coccotrichum.* Die letzte Gattung ist zweifelhaft; die zweite scheint mit der ersten zu vereinigen zu seyn, *Capillaria Pers.* ist ganz zu verwerfen, so wie seine *Hypha* und *Fibrillaria*; sie sind Sproſstheile anderer Pilze.

Der Fruchttheil variirt: + 2 *Sp.* mit doppelten Fruchtkeimen; *Trichothecium*; + 3 *Sp.* und + 4 *Sp.* mangeln; + 5 *Sp. Eurotium,* mit einem wahren *sporangium*; + 6 *Sp. Erysibe,* mit einem wahren *sporangium* und innerhalb Schläuchen.

Der Fruchtstand variirt mit dem Fruchtbehälter zugleich. Also + 2 *F* + 1 *Sp.* oder in der Mitte gehäufte aber einfache Fruchtkörner: *Sepedonium, Fusisporium*; + 2 *Sp.* und + 3 *Sp.* mangeln; + 4 *Sp.* Fruchtkörner mit Querwänden, *Epochnium, Bactridium*; die letzte Gattung weicht etwas ab, und nähert sich den Algen; + 5 *Sp.* und + 6 *Sp.* mangeln. Diese Reihe mit 2 *F* nähert sich schon den Schwammpilzen, deren Fruchtbehälter für sich bestehen. + 3 *F* und + 4 *F* mangeln und jenes scheint sogar zu fehlen; + 5 *F* oder von den Spitzen der Fäden getragene einfache (also 1 *Sp.*) Fruchtkörner finden sich nur in *Acremonium, Verticillium.*

Die beiden ersten Glieder dieser Verbindung, der Sproſstheil mit Querwänden und darnieder liegenden Fäden mögen der ersten Familie *Byssaceae* oder *Byssinae* zu Kennzeichen dienen.

+ 1 *A* + 2 *St.* + 1 *F* + 1 *Sp.*

Der Sproſstheil hat Querwände, wie in der vorigen Familie, aber aufrechte Fäden machen den Anfang zur Stielbildung. In diesem ersten Falle liegen die einfachen Fruchtkörner zerstreut an und zwischen den Fäden. Hierher gehören: *Acladium, Goniosporium, Camptoum, Sporophleum.* Der Fruchttheil geht in 2 *Sp.* über, zu doppelten Fruchtkörnern in *Polythrincium.*

2 *F* mangelt. Aber 3 *F* an bestimmten Stellen zusammengehäufte Fruchtkörner kommt häufig vor und zwar mit 1 *Sp.* oder einfachen Körnern in *Haplaria, Haplotrichum, Botrytis, Polyactis, Aspergillus, Penicillium, Coremium.* In der letzten Gattung wickeln sich die Fäden schon zusammen zu einer Unterlage. Doppelte Fruchtkörner (+ 2 *Sp.*) hat *Diplosporium.*

4 *F* wirtelförmig gestellte Fruchtkörner oder Behälter ohne Scheidewände (1 *Sp.*) finden sich an *Stachylidium*, oder 4 *Sp.* mit Scheidewänden an *Dactylium*.

5 *F* Fruchtbehälter an den Spitzen der Fäden kommen nur mit 5 *Sp.* wahren Fruchtbehältern vor in *Mucor, Sporodinia, Thamnidium, Thelactis, Syzygites, Stilbum, Pilobolus*. Die Gattung *Thamnidium* hat Keimkörner an den Spitzen der Fäden, oder auf Stielen, *Thelactis* hat regelmäſsig gestellte Keime auf den Spitzen der Fäden. An manchen Arten von *Stilbum* ist der Sproſstheil dicht zur Unterlage verflochten wie an *Coremium*.

Diese Familie, bezeichnet durch den Sproſstheil mit Scheidewänden und die aufrechten Fäden, mag *Aspergillaceae* oder *Aspergilleae* heiſsen.

+ *A* + 3 *St.* + 1 *F* + 1 *Sp.*

Der Sproſstheil zerfällt ganz und gar in Fruchtkörner. Höhere Formen als die angegebenen scheint der Bau dieser Gewächse nicht zuzulassen. Man kann nur die Gattung *Oidium* durch die zarten, weiſsen Fäden ihres Sproſstheils von den Gattungen unterscheiden, welche schwarze, gröbere Fäden haben, nämlich: *Tetracolium, Torula, Monilia, Alternaria*. Diese durch das Zerfallen des Sproſstheils in Fruchtkörner scharf bezeichnete Familie mag: *Oideae* heiſsen.

2 *A* + 1 *St.* + 1 *F* + 1 *Sp.*

Der Sproſstheil hat keine Scheidewände, wenigstens nicht durchaus, sehr oft ist er aber an den Enden der Fäden gegliedert. Auf der einen Seite nähert sich der Sproſstheil einer Unterlage, auf der andern geht er zu den Algen über und ist oft schwer davon zu unterscheiden. Mit niederliegenden Fäden, zerstreuten, einfachen Körnern ist die erste Gestaltung in *Acrothamnium, Colletosporium, Gonytrichum, Menispora, Circinotrichum*. Auſser diesen kommen noch gegliederte Fruchtkörner (4 *Sp.*) in *Helicotrichum, Scolicotrichum* vor. Die letzte Gattung hat besonders Algengestalt.

2 *St.* + 1 *F* + 1 *Sp.* Aufrechte Fäden mit zerstreuten, einfachen Fruchtkörnern in: *Chloridium, Cladosporium, Oedemium, Myxotrichum, Campsotrichum, Actinocladium, Conoplea, Coelosporium*. In den Gattungen *Cladosporium* und *Oedemium* schnürt sich der Sproſstheil an den Spitzen oder hier und da zusammen um Fruchtkörner zu bilden. *Myxosporium*

besteht aus Fruchtkörnern in eine gallertartige Masse verbunden, zu denen die Unterlage, oder auch der Fruchtbehälter zu fehlen scheint. *Coelosporium* weicht wegen der hohlscheinenden Fruchtkörner ab. Gegliederte Fruchtkörner (4 *Sp.*) haben: *Helicosporium, Arthrinium, Helminthosporium.*

+ 2 *F* mangelt. + 3 *F*, Fruchtkörner an der Spitze der Fäden gehäuft, und zwar einfache Fruchtkörner + 1 *Sp.* kommt in dem sonderbaren *Phycomyces* vor, dessen Sprofstheil sehr algenartig ist. Aber das Hervortreten der Fruchtkörner auf der äufsern Fläche nähert das Gewächs den Pilzen.

4 *F* + 1 *Sp.* Regelmäfsig angewachsene einfache Fruchtkörner finden sich nur an *Spondylocladium.*

*Dematium* ist eine Gattung, dem Sprofstheile nach, hierher gehörig, aber ohne Früchte. Wir wollen die ganze Familie deren Sprofstheil nicht gegliedert ist, sonst mit allen Veränderungen des Fruchttheils, die folgende ausgenommen, verbunden, *Conopleaceae* nennen.

1 *A* + 4 *St.* + 1 *F* + 1 *Sp.*

Ist die sonderbare Form, wo die Enden der Fäden zusammengeballt Fruchttheile darstellen. In der Reihe der ungegliederten Pilze ersetzt sie die Stelle, welche die ganz in Fruchtkörner zerfallenden Pilze (3 *St.*) in der Reihe der gegliederten (1 *A*) einnehmen. Hierher gehören *Racodium, Antennaria, Amphitrichum.* Wir mögen diese fünfte Familie *Racodiaceae* nennen.

*Habitus deliquescentis.*

*Ozonium* gleicht gar sehr dem blofsen Sprofstheile der Schwammpilze, doch hat man noch keine Früchte daran wahrgenommen.

Einige Arten von *Mucor* haben an der Basis des Stiels steife, gleichsam Wurzeln vorstellende Fäden, daher sonderte sie Ehrenberg in eine besondere Gattung *Rhizopus.* Eben so sind die Fruchtbehälter vieler Arten von *Erysibe* mit steifen Fäden umgeben, welche in die andern Fäden des Sprofstheils übergehen. Diese Schimmelpilze machen den Uebergang zu den Schwammpilzen, wo der Fruchtbehälter für sich wurzelt.

*Phragmotrichum Kze* ist eine sehr sonderbare Gattung, welche wegen der innerlichen Fruchtbehälter sich den Algen sehr nähert.

### Subordo 2. *Fuligines.* Brandpilze.

Die Reihe fängt mit *Trichothecium* an, dessen Sprofstheil in eine rundliche Form zusammengewebt, die Fruchtkörner umschliefst. Dann folgen *Trichoderma* und *Myrothecium*, wo der Sprofstheil eine im Anfang flüssige Masse von Fruchtkörnern umgiebt. Hierher kann man ferner alle Pilze rechnen, welche aus einer flüssigen Masse entstehen, und dieses ist zugleich das beste Kennzeichen der Unterordnung. An einigen, z. B. *Aethalium (Fuligo Pers.)* sieht man deutlich wie ein zarter Sprofstheil den Fruchttheil umgiebt; an andern aber, schliefst er beim Austrocknen so dicht an die übrigen Theile, dafs man ihn nicht gesondert wahrnimmt. Doch bemerkt man sehr deutlich, wie eine Membran von dem Fufse des Pilzes sich verbreitet, und von hieraus als dem Pilze dicht anliegend zu verfolgen ist. Zuweilen lös't sich der Sprofstheil in Schuppen auf, wie man besonders an *Spumaria* und an einem *Physarum*, welches ich *stromateum* nenne, sehen kann. Die Verschiedenheiten des Fruchtbehälters bestehen darin, dafs er bald gestielt bald ungestielt ist, welches aber wegen der vielen unbedeutenden Uebergänge nicht zu den Kennzeichen der Gattungen zu rechnen ist, ferner, dafs er bald einen schuppigen, bald einen glatten Ueberzug hat, bald eine, bald mehr Fruchthüllen, inwendig bald gar keine, bald wenige, bald viele Haare und diese unregelmäfsig oder regelmäfsig verwebt, und endlich inwendig mit einer Mittelsäule oder ohne dieselbe, und dann oft nur mit einer Andeutung, oder einer rundlichen Erhebung, welche zur Säule übergeht. Alle diese Gestalten finden sich auf sehr mannichfaltige Weise mit einander verknüpft. So entsteht folgende Reihe: *Trichoderma, Myrothecium, Aethalium, Lignydium, Lycogala, Diphtherium, Licea, Tubulina, Physarum, Cionium, Diderma, Didymium, Leocarpus, Leangium, Didyderma, Trichia, Arcyria, Stemonitis, Dictydium, Cribraria, Cupularia, Craterium.*

*Myriococcum Fries* gehört ohne Zweifel hierher, aber zu einer besonderen Reihe. Der zarte, weifse, flockige Sprofstheil bedeckt ganz und deutlich gesondert die vielen kleinen, runden, mit einander verwachsenen Fruchtbehälter mit Fruchtkörnern gefüllt. Sie scheinen im Anfang flüssig gewesen zu seyn. Es wäre also eine höhere Form von *Trichoderma.*

Sobald diese Pilze trocken werden, hört die Verbreitung der Masse auf, und nur so lange sie flüssig sind, wuchern sie fort. Auch in dieser Rücksicht kann man sie so betrachten, als ob sie in dem Sprofstheile eingeschlossen wären.

Uebrigens ist diese Entwicklung und Ausbildung des Gewächses aus einer flüssigen Masse, in welcher aber das Vergröfserungsglas die Fruchtkörner schon deutlich zeigt, eine merkwürdige Erscheinung in der organischen Natur.

Diese zweite Unterordnung macht nur eine Familie aus, die den Namen *Fuligineae* behalten kann.

### Subordo 3. *Mycetes.* Schwammpilze.

Der Sprofstheil sondert sich von den Fruchttheilen ganz und gar, wird ein Nebentheil und verschwindet oft ganz. Er zeigt keine Verschiedenheiten, und weicht daher aus der Klasse der Kennzeichen.

Statt des Sprofstheils tritt die Unterlage *(stroma)* ein, welche eben so sehr zum Fruchttheile gehört, denn sie verbreitet sich nicht weiter, nachdem sie einmal gebildet ist, setzt also die Pflanze nicht fort und wuchert nicht wie der Sprofstheil. Sie steht in der Mitte zwischen den beiden Theilen die sie ungesondert begreift. Diese Unterlage ist zuweilen nur angedeutet durch einen Flecken, durch einen dünnen Ueberzug, oder sie mangelt ganz und gar, wo man den Mangel durch die gehäufte Stellung der Fruchtbehälter nur erkennt. Dieses ist der erste Zustand der Unterlage = *Str.* In der zweiten Entwickelungsstufe ist sie deutlich vorhanden und von den Fruchtkörnern oder den Fruchtbehältern deutlich unterschieden. Auf der dritten Stufe ist sie wirklich zu dem geworden, was sie andeutet, zum Fruchtbehälter, und der Fruchttheil hat sich vom Sprofstheile völlig geschieden.

Die Gestalt der Unterlage = *F* ist 1) unbestimmt ausgebreitet, als ein flacher mehr oder weniger dicker Ueberzug. Er bildet 2) eine rundliche Masse, oder 3) einen mehr oder weniger verlängerten Träger, der in seltenen Fällen 4) verästelt ist.

Dem innern Baue *(fabrica)* nach = *f*, besteht sie 1) aus Faserzellen mit andern rundlichen Zellen durchwebt und verbunden. Bald herrscht die Faserzelle, bald die rundliche Zelle vor. Auch liegt wohl

ein bedeutender Unterschied darin, dafs die Faserzellen entweder aus den gegliederten oder ungegliederten Flocken des Sprofstheiles entstand, doch ist er sehr schwer in der Natur zu bestimmen. Am meisten ausgebildet ist der innere Bau, wo das Aeufsere aus rundlichen Zellen besteht, das Innere aus Faserzellen, welche mit einander verwickelt und verwebt sind, wie in den Lichenen, welchen wir daher durch $3f$ ausdrücken wollen. In einigen Fällen ($2f$) liegen die Fasern dicht und gleichlaufend zusammen, ohne, wenigstens ohne viele rundliche Zellen, so dafs der Bau dem Splinte der vollkommenen Pflanzen gleich zu setzen ist. Wir wollen dieses mit *fa* bezeichnen. Auch ist darauf zu sehen, doch nur für Abtheilungen einer niedern Stufe, dafs zuweilen die Zellen sehr bald schwarz werden und in einem verkohlten Zustand gerathen (*fc*), in andern Fällen hingegen das Gewächs sein ganzes Leben hindurch weich und gefärbt erscheint (*fnc*), nicht wie dort gleichsam bei lebendigem Leibe abstirbt. Es ist mir kein Beispiel bekannt, dafs ein Pilz zufällig aus einem Zustande in den andern übergegangen wäre. Die rothe Färbung ist am häufigsten in dieser Ordnung, dann folgt die gelbe, seltner ist die blaue und am seltensten die grüne; ja die rein grüne Farbe der Blätter und Algen kommt fast nie vor. Am häufigsten ist in den weichen, nicht verkohlten Pilzen, der Mangel an Färbung, oder die weifse Farbe. Selten sind auch die verkohlten Theile aus gefärbten entstanden, gewöhnlich aus weifsen, welches man im Innern des Gewächses erkennt.

Der Fruchtbehälter (= *Sp.*) ist oft gar nicht vorhanden, sondern die Fruchtkörner sind 1) äufserlich auf der Unterlage oder dem Boden zerstreut, oder auch 2) von der Unterlage eingeschlossen. In seltenen Fällen mangeln die Fruchtkörner ganz und werden durch Keimkörner ersetzt. Die Fruchtbehälter umschliefsen 3) die Fruchtkörner, die sich auch 4) in besondern ausgezeichneten Fruchtbehältern oder 5) in Schläuchen befinden. Diese Schläuche sind 6) auf der Oberfläche des Fruchtbehälters ausgebreitet, oder 7) auf besondern Trägern (*sporophora*) des Fruchtbehälters befindlich.

I. $1\,Str. + 1\,F + 1\,f + 1\,Sp.$

Hier ist entweder gar keine Unterlage vorhanden, oder nur eine Andeutung derselben, eine besondere Färbung der Theile worauf der

Pilz sich befindet. Dann ist auch nothwendig die äufsere Gestalt unbestimmt, und die innere nicht entwickelt. Die Fruchtkörner aber schreiten in der Ausbildung sehr fort; sie sind rund, länglich, spindelförmig, doppelt, mit Querwänden: Verschiedenheiten, welche zur Unterscheidung niederer Abtheilungen dienen können. Auch sind sie gestielt oder nicht. Hier ist der Anfang des Gewächsreiches aus einem Fruchtbehälter.

Diese Gewächse entstehen unter der Oberhaut lebendiger Pflanzen, und sind dann nicht verkohlt. Hierher gehören: *Caeoma, Spilocaea, Sporisorium, Septaria, Phragmidium, Puccinia, Podisoma. Sporisorium* ist eine sonderbare Zusammensetzung von dieser und der ersten Unterordnung; es finden sich nämlich zwischen den Körnern zerstreute Flocken. *Podisoma* ist die höchste Form, welche schon den Tremellenartigen Pilzen nahe steht.

Unter der Oberhaut trockner Pflanzen entsteht *Cryptosporium.* Eine Art *C. aurantiacum* ist nicht verkohlt.

Oben auf trocknen Blättern und trocknem Holze liegen *Fusidium* und *Conisporium.* Die letztere Gattung rechne ich hierher. Längliche Fruchtbehälter aber ohne deutliche Fruchtkörner sind mit einem Staube, wahrscheinlich Keimkörnern bedeckt, und machen längliche Haufen, welche frei auf trocknem Holze liegen.

Verkohlt sind: *Cryptosporium atrum,* welches man wohl als eine besondere Gattung trennen könnte. *Hypodermium, Melanconium, Didymosporium, Stilbospora, Sporidesmium.*

*Phoma Fries.* Die Fruchtkörner liegen in kleinen Haufen zusammen und sind von der Oberhaut eingeschlossen. Im Anfange sind sie weifs und zusammenklebend, dann werden sie schwarz.

*Melanosorium.* An dem untern Stamme der Orobanche-Arten zeigt sich eine sonderbare Krankheit. Der Stamm schwillt auf, und enthält kleine zerstreute Haufen von schwarzen, kleinen, runden Fruchtkörnern. Ich habe das Gewächs nur trocken gesehen, wie es mir von dem verstorbenen Palissot de Beauvois zugesandt wurde.

*Myxosporium.* Ist *Nemaspora crocea Pers.* an der ich keine, von dem Holze, worauf dieser Pilz wächst, verschiedene Unterlage entdecken konnte, welche doch bei den andern Arten der *Cytospora* vorhanden

scheint. Der Name *Nemaspora* schien mir zu verwerfen, da er sehr verschieden gebraucht ist.

II. 1 *Str.* + 1 *F* + 1 *f* + 2 *Sp.*

Ohne Unterlage. Die Fruchtkörner sind in dem Fruchtbehälter wie Keimkörner enthalten. Hierher könnte man *Dothidea sphaeroidea* (*Sphaeromorphium*) und *Sclerotium durum* (*Leucostroma*) rechnen, welche von den Gattungen zu trennen sind, womit man sie vereinigt hat.

III. 1 *Str.* + 1 *F* + 1 *f* + 3 *Sp.*

Die Fruchtbehälter umschliefsen die Fruchtkörner, haben aber keine deutliche Unterlage.

Mit halbirtem Fruchtbehälter, welche vielleicht zur zweiten Unterabtheilung zu rechnen sind: *Actinothyrium* und *Leptothyrium.*

Mit ganzem, nicht verkohltem Fruchtbehälter: *Taphria,* der Gattung *Caeoma* verwandt. — Ferner *Sporigastrum. Amphigastrum.*

*Sphaeropleum* und *Botrydium,* zwei neue Gattungen von Ehrenberg in Aegypten gefunden. Sie wachsen beide auf der Erde.

*Saccidium Schmidt,* habe ich nicht gesehen.

*Dichosporium Nees,* eine sonderbare Form, inwendig mit Fruchtkörnern, äufserlich mit Keimkörnern.

Es ist zweifelhaft, ob bei allen diesen die Unterlage Fruchtbehälter geworden.

Mit ganzem, verkohltem Fruchtbehälter.

*Apiosporium Kze* ist noch nicht ganz verkohlt.

*Prosthemium Kze* ist eine *Stilbospora* unter der Hülle, oder *Stilbospora* ist ein *Prosthemium* ohne Hülle.

*Spermodesmia Kze* ist mir nicht genau bekannt, so wie *Pilidium ej.*

*Chaetomium* ist ein *Exosporium* wo die Unterlage sich zum Fruchtbehälter ausgebildet hat, die äufsere haarähnliche Umgebung dagegen unfruchtbar geworden ist.

*Stegia Fries, Cytospora Ehrenb., Sphaeronema* sind Anfänge von *Sphaeria.*

*Dothidea pyrenophora Fries,* ist eine eigene Gattung *(Pyrenochia).* Das Aeufsere gleicht einer *Sphaeria,* das Innere besteht aus einer weifsen, erweichbaren Masse, das Innerste aus einem Haufen schwarzer pulveriger Körner.

*Elpidophora Ehrenb.*, eine sonderbare Gattung auf den Palmenblättern in Aegypten.

*Schizoderma.* Hierher müssen die *Hysteria Fr.* gebracht werden, welche eine bestimmte Gestalt aber keine Schläuche haben, sondern an deren Statt Fruchtkörner.

IV. 1 *Str.* + 1 *F* + 1 *f* + 4 *Sp.*

Keine Unterlage, innerhalb des gröſsern Fruchtbehälters kleine, runde Fruchtbehälter. Hierher weiſs ich nur *Polyangium* zu rechnen.

V. 1 *Str.* + 1 *F* + 1 *f* + 5 *Sp.*

Keine Unterlage. Die Fruchtkörner in Schläuchen (*thecae*), welche der Fruchtbehälter umschlieſst.

*Sphaeria.* Da diese Gattung noch einmal in der Reihe anzuführen ist, welche mit 2 *Str.* anfängt, oder wo eine wirkliche Unterlage vorhanden ist, so will ich dort von ihr reden.

*Lophium Fr.* gehört hierher, hat zwar *thecae* wie *Hysterium*, aber die Gattung ist wohl anzunehmen, da die Substanz des Fruchtbehälters wie das Zerfallen der Schläuche zu Pulver sie auszeichnet.

*Dothidea Fr.* Nur *D. Ribis, Sambuci* und einige verwandte gehören hierher, deren Inneres mit dem Innern der Sphärien übereinkommt. Sie unterscheiden sich nur durch die Gestalt der Fruchtbehälter, welche in der Jugend der Länge nach einen Eindruck und immer eine runzliche Oberfläche haben. Einige sind schon oben von dieser Gattung gesondert worden, andere werden noch in der Folge getrennt werden.

*Hysterium.* Hierher gehören nur die Arten, welche das Innere einer *Sphaeria* haben, und sich nur durch die äuſsere Form des Fruchtbehälters, den länglichen Eindruck nämlich, unterscheiden. Auch zerfallen die Schläuche nicht zuletzt in Pulver, welches bei vielen Sphärien der Fall ist. Man erkennt das wahre *Hysterium* durch die Lupe schon an dem weiſslichen, dichten Kern; die übrigen von *Fries* zu *Hysterium* gebrachten Pilze (*H. Rubi et affinia*) müssen eine besondere Gattung unter dem Namen *Schizoderma* ausmachen. Sie gehören zu der Reihe mit 3 *Sp.* oder Fruchtbehälter mit Körnern ohne Schläuche.

*Actidium.*

*Corynelia Fr.* (*Calicium colpodes Achar.*) kenne ich nicht genau.

VI. 1 *Str.* + 1 *F* + 1 *f* + 6 *Sp.*

Der Mangel an Unterlage oder nur eine Spnr derselben ist hier mit einem Fruchtbehälter verbunden, dessen Schläuche aufserhalb sich befinden und einen Ueberzug bilden.

*Peziza.* Mufs hier angeführt werden, da man nicht von allen Arten sagen kann, dafs die Unterlage zum Fruchtbehälter übergegangen sei. Einigen scheint die Unterlage zu mangeln, und andere haben eine deutliche Spur derselben, z. B. *P. aeruginosa, rosella.*

*Patellaria Fries.* Der Charakter nach Fries ist *Receptaculum marginatum, patellaeforme, epidermide contigua. Hymenium laeve, subpersistens, sed ex ascorum dissolutione pulverulentum. Asci connati absque paraphysibus.* Aber ich finde den Fruchtbehälter oft in der Jugend geschlossen, wie bei den Pezizen. Die Oberfläche ist zwar matt und gleichsam etwas körnig, aber nie habe ich gesehen, dafs die Schläuche zu Pulver zerfallen. Auch sind allerdings genug Paraphysen oder Schläuche ohne Fruchtkörner vorhanden. Durch zwei Kennzeichen unterscheidet sich *Patellaria* von *Peziza,* 1) dafs der Fruchtbehälter aus dem Innern des Holzes oder der Rinde hervorbricht, und 2) durch die schwarz gefärbte Materie, welche die Spitzen der Schläuche färbt und verbindet, wie in den Lichenen, wodurch die matte Oberfläche der Fruchtbehälter entsteht. Die Schläuche sondern sich in Wasser und werfen die Fruchtkörner aus, wie Nees beobachtet hat, doch zerreifsen die Schläuche dabei nicht.

*Tympanis Fr.* Der Charakter nach Fries ist *Receptaculum marginatum, cyathiforme, epidermide cornea. Hymenium laeve l. rugulosum, primo velo partiali tectum, demum una cum ascis tenuibus fixis fatiscens. Sporidia forma et numero varia secedentia.* Aber der hornartige Ueberzug ist ein schwer zu unterscheidendes Kennzeichen. Dafs die Schläuche verschwinden, ist hier nicht mehr der Fall als an allen Pezizenartigen Pilzen. Das *velum partiale* kenne ich nicht. Ich würde hierher *T. conspersa Fr.* rechnen, welche eine sehr deutliche Unterlage hat, worauf die Fruchtbehälter mit einander verbunden stehen. Die Haufen dringen unter der Oberhaut der Rinde hervor, worauf sie wachsen. Zu dieser so bestimmten Gattung gehören auch *Cenangium Ribis Fr. (Peziza Ribesia Pers.).*

*Cenangium Fr.* Eine sehr zusammengesetzte Gattung, welche Fries durch den anders gefärbten Ueberzug unterscheidet; das Innere ist nämlich weifs, das Aeufsere schwarz. Die erste Abtheilung *Scleroderris Fr.* macht unstreitig eine besondere Gattung aus, welche sich dadurch unterscheidet, dafs viele Fruchtbehälter beim ersten Hervorbrechen einen Körper ausmachen. Daher möchte ich *Coenangium* sagen, denn *Cenangium* von einem leeren Gefäfs hergenommen, ist unpassend. Die Schläuche sind von einem schwarzen Ueberzuge wie *Patellaria* umgeben, doch sind sie weislich nicht braun, wie dort, und entwickeln sich mit dem Alter.

*Tryblidium* kommt allerdings *Coenangium* nahe, mufs aber doch unterschieden werden. Oft theilt sich ein Fruchtbehälter in zwei; gewöhnlich entsteht aber nur der Anfang einer Theilung, welches sich durch eine erhabene Falte auf der Oberfläche zeigt. Der Ueberzug ist schwarz, das Innere weifs und die Schläuche entwickeln sich darin. Zuweilen schlägt sich der Ueberzug so herum dafs der Pilz im Innern schwarkörnig erscheint. Unter der Schlauchschicht ist oft ein gelblicher Kern, die eingewachsene Unterlage. Die Abtheilung *Clithris* von *Cenangium Fr.* gehört hierher.

*Schizoxylon* steht *Tryblidium* am nächsten, aber die Fruchtbehälter theilen sich nicht, sondern die Erhabenheiten des Fruchtbehälters stellen die Anfänge neuer Fruchtbehälter dar. Ist übrigens nur Abänderung von *Lecidea dryina* und zeigt wie nahe die Pilze den Flechten stehen.

*Phacidium* gehört hierher. Die von der Schlauchsubstanz ganz verschiedene, äufsere, verkohlte, aufspringende Umgebung macht das Hauptkennzeichen, sie mag in mehr oder weniger Lappen, oder gar nicht zerreifsen. *Hysterium quercinum* ist hierher zu rechnen, wenn man es zu keiner besonderen Gattung erheben will.

*Stictis; Sphaerobolus Tode* ist gewifs des sonderbaren Randes wegen zu trennen, der eine wahre äufsere Hülle bildet.

*Excipula.* Hierher würde ich nur die Pezizen und Hysterienartigen Pilze rechnen, in welchen man keine Schläuche entdeckt hat. Sie gehören zu der Reihe + 3 *Sp.*

Die Form 1 *Str.* + 1 *F* + 1 *f* + 7 *Sp.* ist nicht vorhanden.

VII. *2 Str.* + 1 *F* + 1 *f* + 1 *Sp.*

Die Unterlage ist deutlich entwickelt, aber noch von unbestimmter Gestalt, gewöhnlichem Bau und äufserlich aufgestreuten Fruchtkörnern.

*Trichostroma.* Ein brasilianischer Pilz, die Unterlage flockig aber mit steifen ungegliederten Fäden wie *Dematium.* Die Fruchtkörner oben dick aufgestreut.

*Coniophora De Cand.* Die Unterlage schwammig von dichtem Geweben. Die Fruchtkörner oben fein aufgestreut.

*Sarcopodium Ehrenb.* Die Unterlage schwammig, die Fruchtkörner länglich mit Querwänden, festgewachsen.

*Gymnosporangium.* Die Unterlage gallertartig wie *Tremella,* Fruchtkörner wie *Puccinia* fest aufgewachsen.

*Typhodium (Sphaeria typhina Pers.).* Eine sonderbare Form. Die schwammigte Unterlage hat rundliche Erhöhungen, welche mit Fruchtkörnern bedeckt sind.

VIII. *2 Str.* + 1 *F* + 1 *f* + 2 *Sp.*

Die Fruchtkörner sind in der deutlichen unbestimmt gestalteten Unterlage innerlich zerstreut.

Aeufserlich verkohlt ist der Fruchtbehälter in *Leptostroma,* worin man keine Fruchtkörner erkennen kann; *Sclerotium* dessen Gestalt sich einer bestimmten nähert; doch ist *Sclerotium Semen* und *complanatum* ganz auszuschliefsen; *Rhytisma Fr.,* dem *Sclerotium* nahe verwandt, unterscheidet sich von *Polystigma* durch den Mangel an Schläuchen. *Coccopleum Ehrenb.* ebenfalls, doch sind die Fruchtkörner deutlicher, gehäufter als in *Sclerotium*; *Schizoderma Ehrenb.* nähert sich der bestimmten Gestalt und begreift die *Hysteria Fr.* ohne Schläuche; *Excipula Fr.* nähert sich der bestimmten Gestalt von *Peziza,* ist aber ohne Schläuche, daher gehören nicht alle *Excipulae Fr.* hierher; *Xyloglossum* eine sonderbare Gattung von einer Gestalt welche sich *Clavaria* nähert, auch ist ein wahrer Sprofstheil vorhanden.

Mit schwammiger Unterlage. *Hymenella Fr.* vielleicht der Anfang eines andern Pilzes. *Hypochnus Fr.* vielleicht unvollkommene Thelephoren. *Auricularia* hat eine fast bestimmte Gestalt. Der Name ist alt, und *Exidia Fr.* ist keine gut bestimmte Gattung.

Mit gallertartiger Unterlage. *Coccosphaerium, Allosphaerium,* wohin *Rhizoctonia muscorum Fr.* gehört. *Tremella, Encephalium,* (der Name ist schlecht, aber *Nematella Fr.* ist nicht besser), *Dacryomyces, Dacrydium, Agyrium,* letzteres kenne ich nicht.

Ich setze Schwammig dem Verkohlt entgegen. Die gallertartige Unterlage besteht gröfstentheils aus weichen, sehr ungleichen, rundlichen Zellen, mit wenigen Faserzellen.

Die Verbindung der unbestimmt gestalteten Unterlage mit einem besondern Fruchtbehälter, welcher die Fruchtkörner einschliefst (= 3 *Sp.*) ist mir nicht vorgekommen, auch nicht mit einem zusammengeseten Fruchtbehälter = 4 *Sp.*

IX. 2 *Str.* + 1 *F* + 1 *f* + 5 *Sp.*

Die deutliche Unterlage von unbestimmter Gestalt mit einem Fruchtbehälter, welcher Schläuche enthält.

Hierher gehört die Gattung *Sphaeria,* welche allein eine ganze Familie einnimmt. Es ist daher wohl zweckmäfsig, davon zu trennen was sich trennen läfst. Zuerst lassen sich die in andere Reihen gehörigen Gattungen wohl sondern, *Cordylia, Hypoxylon, Poronia.* Dann könnte man die mit einer haarigen Unterlage trennen, obgleich die Gattung in die haarigen Sphärien übergeht. *Sphaeria ovina* und *chionea* unterscheiden sich von den übrigen durch ihre schwammige nicht verkohlte Beschaffenheit und ihre grofsen Schläuche. Ich würde sie *Megathecium* nennen. Die Pezizenartigen Sphärien mit nicht verkohltem Fruchtbehälter welcher becherförmig einsinkt, dessen Schläuche bedeutend grofs sind, nämlich: *Sph. Peziza, episphaeria,* könnten vielleicht auch gesondert werden. Aber eine sehr gute Gattung würden die Sphärien machen, deren Fruchtbehälter oben abspringen *(circumscissa). Mesotome.* Auch möchte *Depazea* wo der Sprofstheil durch einen Flecken in der Pflanze, worauf die Sphärie wächst, dargestellt wird, wohl zu trennen seyn. Endlich können auch die Sphärien gesondert werden, welche in der Oeffnung Flocken, gleichsam als Ueberbleibsel des Sprofstheiles haben, z. B. *Sphaeria sanguinea.*

*Polystigma.* Diese Gattung von De Candolle mufs wieder hergestellt und von *Dothidea Fr.* getrennt werden. Sie unterscheidet sich leicht von *Sphaeria* dadurch, dafs die Fruchtbehälter keine besondere

Hülle *(peridium)* haben, sondern der Kern mit seinen Schläuchen von der Unterlage geradezu umgeben wird. Von den übrigen Dothideen ist sie durch den Bau gehörig unterschieden.

*Solenarium Sprengel Glonium Fr.* eine ausgezeichnete Gattung.

Die Verbindung der deutlichen, unbestimmt gestalteten Unterlage mit einem Fruchtbehälter, den die Schläuche überziehen, ist mir nicht bekannt.

X. *2 Str. + 2 F + 1 f + 1 Sp.*

Die Unterlage erhebt sich zu einem rundlichen Kopf, und ist mit den nackten Fruchtkörnern überstreut, oder sie sind darauf angewachsen.

Ueberstreut: *Tubercularia, Fusarium, Dermosporium, Epicoccum.*

*Aegerita.* Die Fruchtkörner liegen einzeln und zerstreut auf der Unterlage, nicht haufenweise, wie an den vorigen.

Angewachsen: *Exosporium, Coryneum, Seiridium.*

*Typhodium (Sphaeria typhina)* eine zusammengesetzte Form. Die Unterlage ist schwammig, unbestimmt, erhebt sich auf der Oberfläche in kleinen rundlichen Erhabenheiten, welche mit Fruchtkörnern dicht bedeckt sind, wie *Dermosporium.* Ist also von *Sphaeria* sehr unterschieden.

Höhere Formen des Fruchtbehälters in dieser Verbindung mangeln.

XI. *2 Str. + 3 F + 1 f + 1 Sp.*

Die längliche, keulenförmige oder Clavarien-Unterlage hat nackte, aufliegende Fruchtkörner. Hierher gehören *Isaria* und *Ceratium.*

*+ 1 f + 2 Sp.* Die Unterlage ist zart, gröfstentheils flockig, die Fruchtkörner scheinen ihr eingestreut zu seyn. *Solenia.*

*+ 1 f + 3 Sp.* Ein deutlicher Fruchtbehälter mit Körnern. *Stilbum.* Das wahre Kennzeichen dieser Gattung liegt in dem zuerst flüssigen Fruchtbehälter. Sie steht also zwischen dieser und der vorigen Unterordnung in der Mitte.

*+ 2 f + 1 Sp.* Die Unterlage besteht ganz aus gleichlaufenden Faserzellen mit wenigen rundlichen Zellen: *Periconia* und *Cephalotrichum.* Letztere hat an der Spitze der Unterlage einen Haarbüschel mit Fruchtkörnern bestreut, und ist gleichsam eine *Trichia* ohne Fruchthülle *(peridium),* doch scheint sie nicht flüssig zu entstehen.

*+ 2 f + 5 Sp. Chordostylum Tode.* Ist in der folgenden Reihe noch einmal aufzuführen.

XII. *2 Str.* + *4 F* + *1 f* + *5 Sp.*

Die ästige Unterlage bringt Sphärienartige Fruchtbehälter hervor an dem sonderbaren *Thamnomyces.*

+ *2 f* + *5 Sp. Chordostylum Tode.* Hierher die Sphärien mit dünnen, fadenförmigen, glatten, ästigen, selten einfachen Stielen. Der Name von Tode ist der älteste von den vielen, welche man dieser Gattung gegeben hat, obwohl Tode unter dieselbe allerlei Gestalten brachte, welche nicht dahin gehören, und die Fruchtbehälter eigentlich nicht kannte.

+ *3 f* + *7 Sp*? *Rhizomorpha.* Die Körner, welche Herr Eschweiler in den Anschwellungen der Unterlage entdeckt hat, scheinen mir Keimkörner. Ich glaube, dafs Palissot de Beauvois recht beobachtete, als er einen Fruchtbehälter von *Poria (Boletus)* daran sah. Die Unterlage hat Lichenenbau, und ist an den Spitzen mit einem wahren flockigen Sprofstheile besetzt.

XIII. + *3 Str.*

Wenn die Unterlage selbst zum Fruchtbehälter wird, kann von ihrer Gestalt *F* nicht mehr die Rede seyn, sondern *F* verwandelt sich in *Sp.* Der Bau *f* ist an allen diesen Pilzen, soweit wir sie kennen, immer derselbe. Es kommt also alles auf den Fruchtbehälter an, und hier mufs allerdings die erste Form, wo nackte Fruchtkörner auf der Unterlage sich befinden, wegfallen. Aber *2 Sp.* ist vorhanden, wo die Fruchtkörner nicht lose zusammen liegen, sondern im Innern des Fruchtbehälters zerstreut sind. Hier gehören: *Spermomorphia (Sclerotium Semen), Pyrenium Tode* welches ich nicht genau kenne, *Acinula Fr.* und *Periola Fr.* ebenfalls nicht, *Acrospermum Tode,* vielleicht auch *Rhizoctonia crocorum,* welche mir aber ungeachtet aller meiner Bemühungen nicht zu Gesicht gekommen ist. *Pachyma Fr.* zweifelhaft.

Etwas mehr ausgebildet ist *Tuber,* welches runde Schläuche *(sporangiola)* in Adern enthält. Hieher gehört auch wol *Rhizopogon Fr.* und *Polygaster Fr.*

+ *3 Sp.* Zusammengehäufte, lose Fruchtkörner sind in einem Behälter eingeschlossen. *Onygena, Lycoperdon, Bovista, Tulostoma, Diplostoma (Tulostoma squamosum), Geastrum, Catachyon,* eine neue Gattung von Ehrenberg in Nubien entdeckt, u. a. m.

Einen zusammengesetzten Fruchtbehälter haben die *Phalloidei*: *Clathrus, Phallus, Lysurus Fr. Ascroë Fr. etc.* Nähert sich 7 *Sp.*

*Asterophora,* eine höchst sonderbare Form; die Gestalt von *Agaricus,* dessen Hut in den Zustand eines *Lycoperdon* zurückgegangen ist.

+ 4 *Sp.* Kleinere Fruchtbehälter innerhalb der Grofsen. Die Fruchtkörner sind darin zerstreut.

*Nidularia, Arachnion Fr.* Ich fürchte sehr, meine *Endogone* ist eine unentwickelte *Nidularia. Carpobolus, Atractobolus? Thelebolus??*

+ 5 *Sp.* Innere Schläuche *(thecae)* sind in einem Fruchtbehälter ohne Unterlage nicht vorhanden.

+ 6 *Sp.* Der Fruchtbehälter ist ganz oder an der Spitze mit Schläuchen überzogen.

*Stictis,* wovon *Sphaerobolus Tod.* zu unterscheiden ist, *Peziza, Ascobolus, Bulgaria Fr.* ist wohl nur durch Auswerfen der Fruchtkörner von *Peziza* verschieden, (*Cyphelia* kenne ich nicht) *Rhyzinia Fr. etc.*

*Geoglossum, Ditiola Fr. Leotia, Vibrissea Fr. Spatularia, Mitrula, Helvella, Verpa Fr. Morchella, etc.*

*Thelephora, Stereum, Merisma, Clavaria.*

+ 7 *Sp.* Die Schläuche *(thecae)* sitzen auf besondern Theilen des Fruchtbehälters selbst, z. B. weichen Stacheln, Röhren, Blättern. In jeder dieser Gattung ist deutlich bezeichnet, wie bei der Beständigkeit des einen Theils jeder andere seine Reihe durchläuft. So hält der dichtgewebte Sprofstheil, der nun den Fruchtbehälter vorstellt, einige weiche Stacheln, worin die Schläuche sitzen; dann krümmt er sich an einer Seite um, und ist ein seitwärts angehefteter Pilz; dann verlängert sich der Stiel, und endlich rückt der Fruchtbehälter auf die Mitte des Stiels als ein Hut. So besteht jede Gattung aus mehreren solchen Sippschaften.

*Hydnum, Sistotrema, Daedalea, Fistularia, Polyporus, Boletus, etc. Xylophagus, Merulius, Schizophyllus, Coprinus, Agaricus, Amanita.* Mit dieser Gattung endigt sich die Reihe der Pilze sehr schroff, und hart abgesetzt gegen die übrige Natur.

Es ist schwer diese Reihen in natürliche Familien zu verwandeln. Die Unterschiede zwischen der nur angedeuteten und wirklich entwikkelten Unterlage sind schwer zu fassen, und wo die Unterlage sich in

den Fruchtbehälter verwandelt, verschwinden die Kennzeichen von ihr hergenommen ganz und gar. Da die Unterlage selbst sehr unbestimmt erscheint, so mufs dieses auch in Rücksicht auf ihre Gestalt und ihren innern Bau seyn. Wir müssen also die Reihen umkehren und den Fruchtbehälter zum ersten Gliede machen, dann werden wir wenigstens genau bestimmte Familien erhalten.

I. Die Fruchtkörner sind äufserlich auf eine Unterlage aufgestreut, oder äufserlich angewachsen, *(1 Sp.) Epiphyti.* Diese Familie enthält die Anfänge vieler andern Familien. Kleinere Haufen sind. 1) *Uredinei,* wo die Fruchtkörner auf lebendigen Pflanzen ohne bedeutende entwickelte Unterlage hervorkommen: *Caeoma, Cronartium, Spilocaea, Sporisorium, Septaria, Triphragmium, Puccinia, Phragmidium.* 2) *Stilbosporei,* wo die Fruchtkörner auf trockenen Pflanzentheilen ohne entwikkelte Unterlage hervorkommen: *Cryptosporium, Fusidium, Hypodermium, Melanconium, Didymosporium, Stilbospora, Phoma, Melanosorium.* 3) *Tuberculariacei,* wo die Fruchtkörner auf einer gewölbten Unterlage lose aufliegen: *Tubercularia, Fusarium, Aegerita, Dermosporium, Epicoccum.* 4) *Isariacei,* wo die Fruchtkörner auf einer Clavarien-Unterlage lose aufliegen: *Isaria, Ceratium.* 5) *Exosporei,* wo die Fruchtkörner auf einer verkohlten Unterlage aufgewachsen sind: *Sporidesmium, Exosporium, Coryneum, Seiridium.* 6) *Pucciniastri,* wo die Puccinienartigen Fruchtkörner auf einer gallertartigen Unterlage angewachsen sind: *Podisoma, Gymnosporangium.* Als einzelne Gattungen — Anfänge von Familien — stehen: *Myxosporium,* eine verstümmelte *Cytospora; Conisporium* zweifelhaft; *Coniophora* eine unentwickelte *Thelephora; Typhodium* eine unentwickelte *Sphaeria; Periconia* eine unvollendete *Stemonitis, Cephalotrichum* eine unvollendete *Trichia, Chromatium* ein ausgebildetes *Dematium.*

II. Die Fruchtkörner liegen innerhalb der nicht gallertartigen Unterlage, oder des Fruchtbehälters zerstreut. *(2 Sp.) Sclerotiaceae: Sphaeriomorphium, Coccopleum, Spermomorphium, Elpidophora, Sclerotium, Excipula, Schizoderma, Rhytisma, Leptostroma.* Alle sind unentwickelte Sphärien, Hysterien, Pezizen; *Solenia, Xyloglossum, Acrospermium* sind unentwickelte Clavarien, *Hypochnus* eine unentwickelte Thelephora, *Hymenella* bleibt zweifelhaft.

III. Die Fruchtkörner sind innerhalb der gallertartigen Unterlage zerstreut, *(2 Sp.) Tremelloidei: Coccosphaerium, Allosphaerium, Tremella, Encephalium, Dacryomyces, Dacrydium* sind unentwickelte Collemata, überhaupt Lichenosae; *Auricularia* eine unentwickelte Thelephora.

IV. Die Fruchtkörner sind innerhalb eines Fruchtbehälters gehäuft *(3 Sp.)*. Man kann hierher auch die Form 4 *Sp.* rechnen, wo der Fruchtbehälter Schläuche voll Fruchtkörner enthält. *Gastromycetes.* Auch diese Familie ist aus mehreren kleinern Haufen zusammengesetzt. 1) *Dimidiati.* Die Fruchtkörner liegen auf einer mehr oder weniger deutlichen Unterlage und sind nur mit der Fruchthülle *(peridium)* bedeckt: *Prosthemium, Actinothyrium, Leptothyrium.* 2) Mehrere einzeln stehende Gattungen müssen hier aufgeführt werden: *Taphria* ein innerlich ausgebildetes *Caeoma, Apiosporium* ein innerlich ausgebildetes *Sporidesmium, Pyrenochium* eine unausgebildete Sphärie, *Stegia* ebenfalls eine nicht völlig entwickelte Sphärie, *Chaetomium* ein innerlich ausgebildetes *Exosporium.* 3) Kleine zusammenstehende Fruchtbehälter, welche die Fruchtkörner in eine Gallerte gehüllt auswerfen: *Nemasporei.* Hierher *Cytospora, Sphaeronema.* 4) Kleine zusammenstehende Fruchtbehälter; die Fruchthülle eine zarte Membran. *Sporigastrei: Sporigastrum, Sphaeropleum, Botrydium, Polyangium, Amphisporium, Dichosporium.* 5) Der Fruchtbehälter ist zuerst flüssig. *Stilbacei.* Die Gattung *Stilbum* kann nach der Beschaffenheit der Unterlage in mehrere getheilt werden. 6) *Lycoperdei.* Die Fruchtbehälter stehen einzeln ohne Unterlage; die Fruchthülle ist aus Fasern und rundlichen Zellen deutlich zusammengewebt: *Onygena, Lycoperdon, Bovista, Scleroderma, Tulostoma, Diplostoma, Geastrum, Catachyon.* 7) *Cyathoidei.* Fruchtbehälter sind von andern umgeben. *Nidularia, Arachnion.* 8) *Carpobolei.* Der innere Fruchtbehälter wird von dem äufseren herausgeschnellt: *Carpobolus.* 9) *Tuberacei.* Die Fruchtkörner sitzen in Adern. *Tuber et affin.* 10) *Asterophora* steht allein.

V. Der Fruchtbehälter umschliefst Schläuche. *Sphaeriacei: Depazea, Pustularia, Megatheciium, Polystigma, Trichostroma, Sphaeria, Solenarium, Poronia, Hypoxylon, Cordylia, Chordostylum, Thamnomyces.*

VI. Der Fruchtbehälter ist mit Schläuchen bedeckt. *Sarcomycetes.* 1) Mit grofsen Schläuchen und mehr oder weniger becherför-

miger Gestalt. *Pezizoidei: Stictis, Sphaerobolus Tod. Peziza, Ascobolus, Bulgaria, Rhizinia.* 2) Mit grofsen Schläuchen und einem gesonderten Stiel. *Helvellacei: Ditiola, Leotia, Vibrissea, Spatularia, Mitrula, Helvella, Verpa, Morchella.* 3) Mit grofsen Schläuchen und keulenförmiger Gestalt: *Geoglossei, Geoglossum.* 4) Mit kleinen Schläuchen und flacher Gestalt. *Thelephorei: Thelephora, Stereum.* 5) Mit kleinen Schläuchen und mehr oder weniger erhöhter Gestalt. *Clavariacei: Merisma, Clavaria.*

VII. Die Fruchtkörner sind in einen Schleim gehüllt, befinden sich auf einem besondern Theile innerhalb des Fruchtbehälters, *Phalloidei: Phallus et aff.*

VIII. Die Schläuche befinden sich an besondern Theilen und dieser wird von dem Fruchtbehälter getragen. *Agaricini: Hydnum etc. v. s.*

## O. 2. *Lichenes.*

Der Sprofstheil ist gemmenartig oder blattartig.

Es ist durch die neueren Untersuchungen der Herren G. F. W. Meyer und Wallroth aufser allen Zweifel gesetzt worden, nicht nur, dafs die krustenförmige Gestalt des Sprofstheils eine unentwickelte blattförmige ist, sondern auch, dafs in einer und derselben Art, Verwandelung dieser Gestalten in einander Statt findet. Wir wollen daher von dieser Verschiedenheit für die Unterabtheilungen keinen Gebrauch machen, zumal da die Verknüpfungen dieser Formen schon oben dargestellt sind. Auch die übrigen Verschiedenheiten des Sprofstheils, welche auf Mangel und Ueberflufs beruhen, können hier nicht in Betracht kommen. Der sonderbare Bau der Gattung *Usnea,* da er nur an einigen Arten Statt findet, darf hier ebenfalls vernachläfsigt werden.

Aber es scheint mir zu weit gegangen, wenn man die Verschiedenheiten des Sprofstheils auch aus den Kennzeichen der Gattungen ausschliefsen will. Denn wie will man die Gattung *Verrucaria* von *Sphaeria,* oder *Peziza,* besonders *Patellaria Fries* von *Lecidea* unterscheiden, wenn man nicht den Sprofstheil zu Hülfe nimmt? Ja giebt es ein Kennzeichen, wodurch man die Lichenen überhaupt von den Pilzen unterscheiden kann, aufser der Beschaffenheit des Sprofstheils? Wir müssen bei

der Regel bleiben: was beständig ist, kann ein unterscheidendes Merkmal für die Gattungen geben.

Der Fruchtbehälter stimmt auf eine sehr auffallende Weise mit dem Fruchtbehälter der Pilze überein, und durchläuft dieselbe Reihe mit dem einzigen Unterschiede, dafs in der Folge der Lichenen einige Zwischenstufen fehlen. Wir haben nur drei Hauptstufen in der Reihe der Lichenen: 1) Fruchtbehälter, worin die Fruchtkörner enthalten sind, ohne in Schläuche *(thecae)* eingeschlossen zu seyn = 3 *Sp.* der Pilze; 2) Fruchtbehälter, welche die Schläuche einschliefsen, = 5 *Sp.* der Pilze, 3) Fruchtbehälter, welche von Schläuchen überzogen sind, = 6 *Sp.* der Pilze. Wir können also geradezu die drei Meyerischen Unterordnungen hier aufnehmen, da es auf die Reihe der Bildungen des Fruchtbehälters allein ankommt.

Zuvor jedoch über einige Gattungen, welche an sich, oder in Rücksicht auf ihre Stellung, zweifelhaft sind. Die Gattung *Lepraria* ist den Pilzen gleich zu setzen, welche keine Fruchtbehälter, sondern nur Keimkörner tragen. Die Uebereinstimmung geht so weit, dafs ich *Lepraria latebrarum* und *chlorina* zu *Sporotrichum* gebracht habe; der Bau ist völlig derselbe und allerdings von dem Baue der *L. flava* verschieden; dort gegliederte Fäden, hier unregelmäfsig gehäufte und gebildete Körner. Nach Floerke ist *L. latebrarum* eine ausgebleichte *L. chlorina.*

Von den Gattungen *Spiloma, Isidium* und *Variolaria* haben uns die Herren Meyer und Wallroth befreiet. Es ist ohne allen Zweifel, und zuweilen sehr deutlich wahrzunehmen, dafs die Variolarien veränderte Porinen oder Parmelien sind. Aber die Art der Veränderung scheint mir nicht die von jenen Untersuchern angegebene. Die wahren Keimkörner der Lichenen, welche an bestimmten Orten hervorkommen, z. B. an der *Sticta verrucaria Ach. St. aurata A. Ramalina farinacea Ach.* finde ich immer unter dem Mikroskop zwar klein, aber doch bei weitem gröfser, deutlicher gerundet und gleichförmiger, als die Körner, welche auf dem Variolarien hervorkommen. Diese gleichen völlig den Leprarien. Ich kann daher nicht umhin, diese Körnermasse für parasitische Leprarien zu halten, welche die Flechten eben so zerstören, wie der Brand die gröfseren Gewächse, oder will man noch eine nähere Vergleichung haben, ein *Sepedonium* die gröfsern Pilze. So läfst sich

die sonderbare, und doch äufserst häufig vorkommende Veränderung der Lichenen erklären, da sonst die Monstrositäten im organischen Reiche viel seltener gefunden werden. Denn hier ist nicht blofs Fehlgeburt, sondern wirkliche Umgestaltung oder Monstrosität. Auch hat die Veränderung der Parmelien, das Aufschwellen, die Entfärbung eine grofse Aehnlichkeit mit den Veränderungen der Blätter durch Rost, z. B. der Birnblätter durch *Roestelia cancellata.* Ich möchte drei Arten von parasitischen Leprarien unterscheiden: erstlich die graue bittere Art mit etwas gröfseren Körnern, zweitens die weifse, unschmackhafte Art mit kleinern Körnern, und drittens die gelbliche ebenfalls nicht bittere Art. Die letztere bildet *Isidium phymatodes Ach.*

*Spiloma verrucosum Floerke* ist ein parasitischer Pilz, *Torula* nahe verwandt oder eine Art dieser Gattung. Diese Pilze kommen zuweilen parasitisch vor, wie *Tetracolium Tuberculariae* zeigt.

Für *Leparia rubens* habe ich ein Gewächs gehalten, welches um Berlin an Tannenbäumen, an Bretterzäunen, wo sie feucht sind, häufig wächst. Frisch ist es orangefarben, trocken gelblich grün. Herr Wallroth hat davon umständlich geredet. Er bringt dahin *Torula crocea Mart.* welche ich also unrichtig unter *Oidium* in meiner Fortsetzung der *Spec. pl.* von Willdenow aufgeführt habe, weil ich sie nicht gesehen. Ich weifs nicht, ob ich dasselbe Gewächs vor mir habe, welches Herr Wallroth commentirt hat, aber meines ist gewifs nicht die Ausgeburt einer Flechte; dafür bürgt der Bau, wie er unter dem Mikroskop sich zeigt. Es besteht nämlich aus vielen grofsen und kleinen in Wasser aufschwellenden und dann gallertartig erscheinenden Bläschen, welche sehr wenig Aehnlichkeit mit den Keimkörnern der Lichenen, und eben so wenig mit den Leprarien haben. Es steht vielmehr den Tremellenartigen Pilzen nahe, *Coccosphaerium* oder *Allosphaerium,* und vermuthlich gehört dahin der Pilz, welcher den Schnee in Grönland roth färbt. Auf meinen Excursionen um Berlin habe ich es den Zuhörern als *Coccophysium nov. Gen.* angegeben.

### Subordo 1. *Coniocarpi.*

Der Fruchtbehälter schliefst — wenigstens im Anfange — die Fruchtkörner ohne Schläuche *(thecae)* ein.

*Calycium.* Die Gattung *Coniocybe* ist nicht gehörig gesondert. Bei allen Calycien sind die Fruchtbehälter mit Keimkörnern, wenigstens in der Jugend überstreut, und die wahren Fruchtkörner finden sich innerhalb einer dichten zelligen Masse. *Cal. tympanellum* und *albo-atrum Fl.* gehören keinesweges hieher; sie haben Schläuche und *C. tympanellum* deutlich doppelte Fruchtkörner, *C. albo-atrum* weniger deutlich. Man könnte sie, wegen des nach unten verlängerten Fruchtbehälters, und der großen leicht sich sondernden Körner zu einer besondern Gattung erheben. *Cal. tigillare* scheint auch dahin zu gehören. Ist *Cal. roscidum* ein abgeänderter Zustand der *Lecidea dryina,* so gehört es ebenfalls dahin.

### Subordo 2. *Myelocarpi.*

Die Schläuche sind von dem Fruchtbehälter eingeschlossen.

*Chiodecton, Antrocarpium, Porophora, Mycoporium, Ocellularia, Stigmatidium, Verrucaria, Trypethelium, Pyrenastrum, Stigmatidium, Endocarpon.* Oft fehlt die Fruchthülle *(peridium),* dann machen die Schläuche einen Kern.

### Subordo 3. *Hymenocarpi.*

Eine Schicht von Schläuchen überzieht die Fruchtbehälter.

Es ist wohl zu merken, daſs diese Gestaltung sich weit mehr der vorigen nähert, als in den Pilzen. Die Spitzen der Schläuche sind durch eine oft ziemlich dicke, gefärbte Materie bedeckt, welche sie von oben einschlieſst. Die Schläuche enthalten oft noch andere Schläuche *(asci),* in welchen sich die Körner als ein schwarzes Pulver befinden, und werden dadurch den Schläuchen der vorigen Unterordnung sehr ähnlich. In *Opegrapha* neigen sich die Ränder so zusammen, daſs sie fast Hysterien sind. Man muſs also die Gränze in der Ordnung der Lichenen etwas anders ziehen, als in der Ordnung der Pilze.

*Conioloma.* Die Gattung gehört hieher, denn es sind wahre Schläuche *(thecae)* vorhanden. Sie fallen an der Oberfläche endlich zusammen, und werden gleichsam pulverig, auch fallen die Körner in ihnen zu einer pulverigen Masse zusammen.

*Opegrapha* (dieser älteste, von Humboldt gegebene Name, verdient den Vorzug vor *Graphis*), *Antherisca, Leucogramma, Platygramma, Glyphis.*

*Graphidium.* In einer Abhandlung in Schrader's N. Journ. d. Botan. 2. Bd. S. 1. habe ich die sehr abweichenden *asci* von *Lecidea atrovirens* vorgestellt, aber nur nach einem Querschnitte, in einem Längeschnitte sind sie länglich. Deutliche *thecae* habe ich nicht gesehen, und das Gewächs gehört also in Rücksicht auf den innern Bau in die Nähe von *Porophora.* Da die Art, wie der Fruchtbehälter auf den Sprofstheil aufgesetzt ist, zu einem äufsern Kennzeichen dienen kann, so rathe ich, diese Flechte unter dem aufgestellten Namen, als Gattung zu sondern. Denn jeder Fruchtbehälter macht mit dem anhängenden Stücke des Sprofstheils ein Individuum aus.

*Urceolaria.* In der erwähnten Abhandlung habe ich die aufserordentlich grofsen Fruchtkörner dargestellt, in der Meinung, dafs sie Schläuche *(thecae)* seyn möchten. Aber die äufseren Schläuche sind allerdings vorhanden. Auch in *U. cinerea (ocellata)* sind die Fruchtkörner sehr grofs, obwohl nicht so grofs als in *U. contorta.* Diese Flechten könnten gar wohl in eine Gattung zusammengestellt werden, deren Sprofstheil in Felder *(areas)* zerreifst, so dafs jedes Feld einen oder mehrere versenkte Fruchtbehälter enthält. Jedes Feld macht mit seinen Fruchtbehältern ein Individuum. *Urceolaria scruposa* und verwandte sind wahre *Lecanorae.*

*Lecidea, Patellaria.* Hätte Meyer die Gattung *Lecidea* mit dem Namen *Patellaria* belegt, und umgekehrt, so könnte man *Patellaria Fries* geradezu vereinigen. Denn dieses Gewächs mufs doch, als wahres Verbindungsglied, sowohl unter den Flechten als unter den Pilzen aufgeführt werden. Der Unterschied zwischen *Lecidea* und *Patellaria,* wie ihn Meyer bestimmt, hat sehr undeutliche Gränzen.

*Lecidea, Psoroma.* Diese letztere Gattung wird genugsam durch den Sprofstheil ausgezeichnet. Er entwickelt sich getrennt von dem Fruchtbehälter, und beide Theile sind von einander fast unabhängig. Er enthält statt der faserigen Masse eine pulverige, und diese besteht unter dem Mikroskop aus sehr ungleichen, grofsen und kleinen, losen Zellen. Hieher gehören *Psoroma decipiens, testaceum, luridum* und verwandte Arten.

*Gyrophora.* Wenn auch in den Fruchtbehältern kein Gattungskennzeichen liegt, so findet man es doch in dem Sprofstheile, der nur

aus dem Ueberzuge besteht, und keinen faserigen oder pulverigen Mitteltheil enthält.

*Lecanora.* Es ist allerdings richtig, dafs der blattartige Sprofstheil unentwickelt einen gemmenartigen oder krustenförmigen darstellt. Aber man erkennt einen solchen Sprofstheil sehr bald, mag er nun eine wirkliche Fruchtbildung wie die Variolarien zeigen, oder ein Mangel an Entwickelung seyn, wie wir die *Parmelia parietina* in den jugendlichen Zuständen finden. Die Gattung *Lecanora* kann also recht wohl getrennt werden, wenn man die veränderlichen Gestaltungen des krustenförmigen Sprofstheils ausschliefst. Den Uebergang der *Lecidea aurantiaca* in *Parmelia parietina* habe ich oft beobachtet. Es wird der Rand der Fruchtbehälter heller, schwillt an, und wächst zur blattartigen Gestalt aus. So deutlich dieses auch ist, so bleiben mir doch noch Zweifel, ob nicht ein parasitischer Zustand hier täuschen könne. *Parmelia parietina* dringt aus dem Innern der *Borrera tenella* hervor, und verwächst mit ihr so sehr, dafs man gewifs behaupten würde, eine Art verwandele sich in die andre, wenn nicht übrigens beide Gestalten zu sehr von einander verschieden wären.

*Parmelia.* Diese Gattung hat drei Abtheilungen: *Placodium,* wo das Innere des Sprofstheils wie an *Psoroma* beschaffen ist, nur entwickelt sich der Fruchtbehälter auf die gewöhnliche Weise; *Parmelia,* von gewöhnlicher Bildung des Sprofstheils, ohne Wurzelzasern, doch angewachsen; und *Borrera,* mit Wurzelzasern. Die meisten Arten gehören zu der letzten Abtheilung. Meyer und Wallroth haben sehr treffend das Verwandlungsspiel der *Borrera tenella* gezeigt. Hier ist alles deutlich ohne Verdacht einer parasitischen Veränderung. Wenn man auch diese Abtheilungen nicht trennen will, so kann man doch die folgenden unbedenklich zu eigenen Gattungen machen. *Euernia.* Der Sprofstheil nur in der Mitte angewachsen, sonst niederliegend, mit einer obern und untern Seite ohne Wurzelzasern. Hieher *Lichen furfuraceus, glaucus* u. s. w. *Cetraria.* Der Sprofstheil ist an der Basis in die Erde eingewachsen, oder in der Mitte angewachsen ohne Wurzelzasern, mit zwei gleichen Seiten. Hieher *C. islandica, nivalis, cucullata, vulpina, iuniperina* u. s. w. auch *Cornicularia aculeata. Ramalina:* eine schildförmige Wurzel. Hieher *R. fraxinea, populina, polymorpha, Prunastri* u. s. w.

*Cornicularia.* Eine schildförmige Wurzel, und runde Sprofstheilzweige. Hieher *C. tristis* und *Roccella.* Ich besitze *Parmelia stygia* mit ausgewachsener *C. lanata,* vom Harz, und habe diese immer für parasitisch gehalten, doch stelle ich die Sache anheim.

*Sticta.* Die beiden Arten *St. pulmonaria* und *verrucaria* haben durchaus keine wahren Cyphellen, auch ist der Bau des Fruchtbehälters anders, als an *St. aurata,* wo er, wie gewöhnlich, sich verhält. Beide würde ich daher unter dem Namen *Lobaria* trennen.

*Peltidea.* Die Gattungen *Nephroma* und *Solorina* sind nicht zu trennen.

*Cenomyce,* oder, wie Meyer richtig sagt, besser *Cladonia.*

*Sphaerophorus.* In der oben angeführten Abhandlung in Schraders Journal habe ich gezeigt, dafs dieses Gewächs, wie die verwandten Gattungen, wahre Schläuche *(thecae)* mit aneinandergereihten Fruchtkörner hat. Aber man mufs die Fruchtbehälter in der frühen Jugend untersuchen, ehe die Körner schwarz gefärbt sind, um dieses zu sehen. Zur Zeit der Reife schwinden die Schläuche, und die Fruchtkörner bilden eine pulverige Masse.

*Alectoria.* Hieher rechne ich nur *Usnea barbata,* mit der gegliederten Rinde des Sprofstheils. *Usnea iubata* gehört zu *Cornicularia.*

*Usnea.* Das Innere des Sprofstheils ist durch sein Holz, nämlich durch ein Bündel von gleichlaufenden Fasergefäfsen oder Faserzellen sehr ausgezeichnet. Das Fasergewebe der übrigen Lichenen ist ein verwickeltes Gewebe, wie der flockige Sprofstheil der Pilze es meistens ist.

*Collema.* Der ganz eigenthümliche Bau des Sprofstheils zeichnet diese Gattung sehr aus. Der rindige Theil ist aufgeschwollen, vermehrt und hat dadurch den faserigen Theil auseinander gedrängt. Daher finden sich einzelne, einfache oder wenig ästige Fasern mit vielen Querwänden innerhalb der gallertartigen zelligen Masse zerstreut. Oft sind diese Fasern kurz und fast spindelförmig. So nähert sich der Bau gar sehr einem Nostoch, und diese Flechten machen das Verbindungsglied zwischen beiden Ordnungen. Dieser Bau ist selten gehörig und in seiner Verbindung dargestellt worden.

*Coenogonium.* Ist dem Fruchtbehälter nach ein wahrer Lichen, und zwar aus dieser letzten Unterabtheilung; dem Sprofstheile nach, ein höchst sonderbares Gewächs.

## O. 3. *Algae.*

Der Sprofstheil ist entweder inwendig, seinem Baue nach, gleichförmig, oder er besteht aus gewundenen gallertartigen Faserzellen, mit einem Ueberzuge von rundlichen Zellen. In seltenen Fällen besteht er ganz aus gewundenen Fasern.

Alle, welche sich mit diesen Pflanzen beschäftigten, mufsten auf den Sprofstheil zuerst und vorzüglich Rücksicht nehmen, weil die Fruchtbehälter selten gefunden werden, und im trockenen Zustande schwer zu untersuchen sind. Es ist daher auch nur auf den Stand der Fruchtbehälter Rücksicht genommen worden. Sehr selten hat man von dem Innern der Fruchtbehälter Gebrauch gemacht, um dadurch die Gattungen zu bezeichnen.

Die Abtheilungen, welche Herr Agardh angiebt, sind so vortrefflich, dafs wir sie mit einigen wenigen Abänderungen geradezu aufnehmen dürfen.

### Subordo 1. *Diatomeae.*

Der Sprofstheil theilt sich in verschiedene Stücke und vermehrt sich dadurch. Diese Gewächse stehen am Rande des Gewächsreiches, und bilden das Lückenglied zwischen den Pflanzen und Zoophyten. *Oscillatoria* gehört hieher; sie zerfällt nach den Beobachtungen des Herrn Dr. Leo in Bacillarien. Die Gattungen sind von Agardh gut bestimmt.

### Subordo 2. *Nostochinae.*

Der Sprofstheil besteht äufserlich aus einer gallertartigen Hülle, innerlich aus einem gegliederten einfachen oder ästigen Faden.

*Protococcus nivalis*, der rothe Schnee, ist ohne Zweifel ein Pilz, und gehört, wie ich schon oben erwähnt habe, in die Nähe von *Coccophysium*, oder ist eine Art dieser Gattung. *Prot. viridis Agardh* ist ein zweifelhaftes Gewächs.

*Palmella* sind höchst wahrscheinlich die Anfänge anderer Algen; ohne Zweifel ist dieses von *Byssus botryoides*, aus welchem *Lyngbya muralis* gar oft deutlich hervorgeht. Einige mögen auch zu den Tremellenartigen Pilzen gehören. *Echinella* und *Gloionema* sind zu der vorigen Ordnung zu bringen.

*Alcyonidium* ist ein zweifelhafter Körper, vielleicht zoophytisch.

*Nostoc* oder besser *Nostochium*. Der ganze Sprofstheil ist in eine blattartige Form ausgedehnt. Die Faserzellen sind von einander durch die gallertartige Masse gesondert, und das Ganze gleicht einem *Collema* so sehr, dafs nur die Frucht das letztere unterscheidet. Etwas verschieden ist der Bau der kugelförmigen und unförmigen Nostochs. Die Faserzellen sind ebenfalls von einander gedrängt durch die gallertartige Masse, ästig, gegliedert, und schwellen hier und da in grofse helle Körner auf. Diese Faserzellen sammlen sich auf der Oberfläche von *N. verrucosum*, dessen Warzen dadurch entstehen, und vermuthlich schlüpfen aus diesen kleinen Erhabenheiten jene grofsen, hellen Körner hervor um das Gewächs fortzupflanzen.

Die Gallerte vermindert sich immer mehr und mehr; in *Rivularia* und *Chaetospora* ist sie schon in einer weit geringern Menge, als in *Nostochium*, und endlich überzieht sie nur als ein zarter Schleim die Fäden, welche dadurch schlüpfrig anzufassen sind. *Batrachospermum*, *Draparnaldia*, *Thorea*, müssen hierher gebracht werden. Die Glieder sind nicht mit einer äufsern Haut überzogen, wie an den wahren Conferven. Hier erscheinen zuerst wahre Fruchtbehälter, da die Körner der übrigen wohl nur Keimkörner sind.

### Subordo 3. *Conjugatae*.

Die merkwürdigen Algen, deren Fäden sich mit einander verknüpfen, müssen in einer besondern Ordnung zusammengestellt werden. Sie haben alle Querwände; in einigen ballt sich die grüne Materie zusammen, und geht in einen andern angeknüpften Faden über; in andern ballt sie sich zusammen ohne Uebergang, und in noch andere ist eine Verknüpfung ohne Zusammenballung. Es läfst sich erwarten, dafs auch der vierte Fall vorhanden seyn werde, eine Zusammenballung ohne Verknüpfung. Der erste Fall bestimmt eine Gattung, welche Agardh nicht getrennt hat, und welche ich *Spirogyra* nenne, wegen der im Anfange spiralförmig gewundenen Fäden. Der andere findet sich in den übrigen Arten von *Zygnema Agardh* (besser *Zeugnema*). Der dritte ist *Mougeotia Agardh*. Der vierte *Sphaeroplea Ag.* (besser *Sphaerogona*), welche den Uebergang zur folgenden Unter-Ordnung macht, daher man das Kenn-

zeichen dieser Abtheilung so fassen mufs: der Sprofstheil verknüpft sich mit dem Sprofstheile eines andern Individuums, oder der gefärbte Stoff im Innern ballt sich zusammen.

### Subordo 4. *Confervaceae.*

Der Sprofstheil erscheint mit Querwänden durchschnitten, und hat innerlich keine gallertartige Faserzellen. Es fehlen die Kennzeichen der vorigen Ordnung.

Was die Querwände in den Fäden der Conferven bedeuten, hat Roth sehr gut gezeigt, und die Algologen haben in der Angabe der Kennzeichen nicht genug darauf Rücksicht genommen.

Die Gattungen *Byssocladium*, *Syncollesia*, *Myginema*, *Chroolepus*, *Trentepohlia*, *Scytonema*, *Stigonema*, *Protonema*, *Hygrocrocis* und *Leptomitus* erfordern noch eine genaue Durchsicht. Viele sind Pilze; die Gattung *Byssocladium* gewifs; *Syncollesia melaena* fällt als *Monilia antennata* beim flüchtigen Blicke auf; die ganze Gattung *Hygrocrocis* scheint mir nichts als der Sprofstheil von *Penicillium glaucum*. Von *Protonema* hat Agardh selbst bemerkt, dafs darunter viele Samenblätter von Moosen vorkommen möchten. *Trentepohlia* ist eine wahre Alge. Die *Batrachospermeae* sind, wie oben erwähnt worden, auszuschliefsen, auch wohl *Nodularia* mit ihnen; *Mesogloia* gehört, wenigstens die gröfsern, zu den *Fucoideis*.

Die unbeweglichen, nicht in Bacillarien sich sondernden Oscillatorien machen eine Familie aus. *Baugia* verdient eine genaue Revision. Einige Arten gehören zu den Ulvaceen, andere vielleicht zu den Conjugaten oder Diatomeen.

Die netzförmigen Conferven machen eine besondere Familie, bestehend aus zwei Gattungen.

Die Gattung *Conferva* steht allein in ihrer Familie. Man könnte sie wohl in zwei andere trennen; eine wo der gefärbte Stoff sich gegen die scheinbaren Zwischenwände legt und diese färbt, und eine andere, wo er sich in die Mitte zieht, und die Zwischenwände hell und durchsichtig läfst. Doch enthält die letzte Gattung bei weitem die meisten Arten.

Die Familien *Ceramiaceae* und *Ectocarpeae* bilden eigentlich nur eine Familie, in welcher die Fruchtbehälter aufserhalb am Sprofstheile sich befinden. Die Körner liegen in denselben zerstreut, also ist die Form = 2 *Sp.* wenn wir die Bezeichnung der Pilze beibehalten. So ist es auch an *Batrachospermum.* Die doppelte Frucht von *Hutchinsia* besteht in Fruchtbehältern und Haufen von Keimkörnern. Die *Ectocarpeae* machen eine Unterabtheilung dieser Familie. Uebrigens folgt Agardh in der Zusammenstellung meistens Lyngbye, dessen Analysen in dieser Familie vorzüglich sind.

### Subordo 5. *Ulvaceae.*

Der Sprofstheil hat keine Spur von Querwänden; enthält auch keine gallertartige Faserzellen.

*Codium* gehört ohne Zweifel zu den *Fucoideae.* Der Mangel der Frucht kann keinen Unterschied machen. Auch *Caulerpa* scheint eine *Fucoidea. Solenia* ist eine wahre *Ulvacea,* aber der Name kann nicht bleiben, da schon längst eine *Solenia* unter den Pilzen vorhanden ist. Also *Enteromorpha.*

*Zonaria* gehört hierher. Die Fruchtbehälter sind äufserlich zu nennen und enthalten zusammengehäufte Körner, also eine Bildung = 3 *Sp.* Herrn Agardh scheint meine Analyse in den *Horae Berolinenses* nicht bekannnt geworden zu seyn.

### Subordo 6. *Spongiaceae.*

Gewundene Fasern ohne Ueberzug bilden die Sprofstheile. Aeufserliche Fruchtbehälter mit zusammengehäuften Fruchtkörnern.

*Spongia lacustris,* wie ich schon oben erinnert habe, ist eine wahre Alge, und sehr von den Zoophyten entfernt. Ob die übrigen *Spongiae* sich eben so verhalten, weifs ich nicht; die Gestalt der Fruchtbehälter ist = 3 *Sp.* Dieses Gewächs besteht aus den Faserzellen der *Fucoideae* ohne ihren Ueberzug.

### Subordo 7. *Fucoideae.*

Der Sprofstheil ist mit einer Gallerte angefüllt, welche aus Faserzellen besteht.

Da in der Familie der *Fucoideae* so viele Gestaltungen des Fruchtbehälters von Agardh angenommen werden, so sieht man nicht ein, warum die etwas weniger entwickelten Gestaltungen des Fruchtbehälters die *Florideae* trennen sollen. Ueberhaupt mufs man bedenken, dafs der innere Bau der Fruchtbehälter in allen diesen Gewächsen noch wenig untersucht ist. Agardh hat nach der Stellung und der äufsern Gestalt der Fruchtbehälter sehr geschickt die Gattungen bestimmt, aber die Angaben vom innern Bau scheint er meistens von Turner genommen zu haben, und dieser wandte viel zu geringe Vergröfserungen an. Auch Lyngby untersuchte mit viel zu wenig vergröfsernden Werkzeugen. Ich habe nur wenige Tangarten genau untersuchen können, denn in allen den Sammlungen, welche mir offen standen, fehlten die Fruchtbehälter nur zu oft. Indessen will ich einige Bemerkungen beifügen.

Dafs die doppelten Früchte Keimkörner und Fruchtkörner seyn mögen, wird man bald vermuthen. An *Delesseria* habe ich auch die Uebereinstimmung mit den Keimkörnern der Lichenen sehr auffallend gefunden. Nur ist es merkwürdig, dafs die Keimkörner auch oft in besondere Behälter eingeschlossen erscheinen, wenn sie mit den Fruchtbehältern an einer Pflanze sich befinden. Dann sind sie in den weifsen Früchten den *Rhodomela pinastroides* in längliche Schläuche eingeschlossen, da hingegen in den kugelförmigen Fruchtbehältern längliche, gestielte Behälter *(sporangiola)* liegen, mit einer körnigen Masse erfüllt. Die *Sphaerococci* haben gröfstentheils grofse, gestielte Körner in ihren Fruchtbehältern, vermuthlich *sporangiola,* ungeachtet ich kleinere Körner nicht darin gefunden habe. In *Sphaerococcus rubens, Griffitsiae, striatus* sieht man sehr schöne bündelförmig zusammengestellte Schläuche *(thecae)* wie in den Pezizen. Sie geben vom Mittelpunkte nach den Umfange. In *Polyides lumbricalis* sind die Behälter wie sie sich in den wahren *Sphaerococcis* finden, mit den Schläuchen der übrigen vereint. *Furcellaria* hat Behälter mit einer körnigen Masse erfüllt. In *Fucus* gehen die Schläuche vom Umfange gegen die Mitte; sie sind in *Fucus vesiculosus* so, wie ich sie in Schraders Journal vorgestellt habe; in *F. canaliculatus* fand ich aber diese Form mit wahren Schläuchen zusammen, so dafs jene wohl nur eine jugendliche Form scheint. In *Cistoseira* fand ich sehr deut-

liche Schläuche, alle gefüllt, also keine *fila intermixta.* An einem andern Orte werde ich diese Untersuchungen mittheilen.

Subordo 8. *Characeae.*

Eine wahre und regelmäfsige Verästelung.

Diese Gewächse haben den innern Bau der Algen; dem äufseren Baue nach schliefsen sie sich an die mehr entwickelten Gestalten des Pflanzenreichs an, und beschliefsen die Reihen der Kryptophyten.

# Ueber die Antilopen des nördlichen Africa, besonders in Beziehung auf die Kenntnifs, welche die Alten davon gehabt haben.

Von
Hrn. LICHTENSTEIN.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 11. März 1824.]

Unter den Schätzen, welche die Königlichen Sammlungen dem Eifer der Doctoren Ehrenberg und Hemprich zu verdanken haben, befindet sich auch eine bedeutende Zahl von Antilopen, welche ein Streifzug, den diese unermüdlichen Sammler im Sommer des Jahrs 1822 von Dongola aus nach Sennaar unternahmen, ihnen verschaffte.

Wiederkäuende Thiere aus bisher unzugänglichen, wenig bekannten Ländern haben immer ein eignes Interesse, insofern sie als die gröfseren thierischen Formen, zu den am mehrsten in die Augen fallenden Wahrzeichen solcher Länder gehören, und über deren Fruchtbarkeit und sonstige natürliche Beschaffenheit mancherlei Schlüsse zulassen, die in Zusammenstellung mit andern Bestandtheilen der dortigen Fauna ein ungefähres Bild von dem natürlichen Gesamtcharacter des Landes geben. Hier mufste dieses Interesse um so gröfser sein, als eben jene Gegenden den Griechen und Römern zugänglich gewesen sind, und die auffallenderen Thierformen, welche dieselben bewohnen, in den auf uns gekommenen Werken ihrer Schriftsteller sich häufig genannt und beschrieben finden und als diese Angaben in der neueren Zeit so oft zu gelehrten Untersuchungen Veranlassung gegeben haben.

Wenn solche Untersuchungen im Ganzen der Wissenschaft wenig Gewinn gebracht haben, so liegt die Ursache davon theils in der Mangelhaftigkeit und Kürze der älteren Angaben selbst, theils in der be-

schränkten Kenntnifs, welche die gelehrten Commentatoren von den Dingen hatten, über welche es sich handelt, und wenn vollends, wie nicht zu läugnen, selbst durch die besten unter diesen, viel irrthümliche Vorstellungen verbreitet worden sind, so kann man dies nur dem allerdings verzeihlichen Wahn, in welchem die naturhistorischen Schriftsteller der letztverflossenen Jahrhunderte befangen gewesen sind, zuschreiben, als seien ihre Kenntnisse von den natürlichen Erzeugnissen der Erde zur Genüge erschöpfend und als müsse der Aufschlufs zu jeder naturhistorischen Frage des Alterthums aus dem Vorrath der bis dahin zur Kunde gekommenen Thatsachen zu entnehmen sein; der nicht minder erheblichen Schwierigkeiten gar nicht zu gedenken, welche sich aus dem bei den Alten so häufig zu findenden willkührlichen oder doch wechselnden Gebrauch gangbarer Namen, aus der etwanigen Corruption des Textes, aus dem Verlust der eigentlichen Quellen und Haupt-Beweisstellen u. s. w. ergeben.

In keiner andern Abtheilung der Thierkunde aber hat man sich ängstlicher bemüht, die Namen der Alten auf Bekanntes und Gegebnes zu deuten als bei den Wiederkäuern, und in keiner Gattung ist dies schlechter gelungen als in der der Antilopen, die, ihnen hauptsächlich nur aus dem nördlichen Africa bekannt, je nachdem ihre Gestalt es zu fordern schien, bald dem Rinder-, bald dem Ziegengeschlecht zugesellt, bald unter ganz eigenthümlichen Namen bezeichnet wurden. Jede Zeit hat es sich erlaubt, diesen Namen bestimmte Deutung zu geben; die mehrsten derselben haben aber ihre Bestimmung häufig gewechselt, und man findet sie seit Linné's Zeit, von allmählich zunehmender und berichtigender Sachkenntnifs der Wahrheit immer näher geführt, in den systematischen Namenverzeichnissen bald als specifische Namen bald als Synonyme von einer Art auf die andre übertragen. Viele, die noch jetzt nicht genügend erklärt werden können, stehen längst in mifsbräuchlicher Anwendung in den Handbüchern, selbst in den Schriften zum Unterricht für die Schuljugend da, und jedem Anfänger in der Zoologie, wenn sich ihm die Schriften der Alten für dieses Studium auch nie geöffnet haben, sind die Namen *Bubalus, Dama, Oryx, Strepsiceros, Dorcas, Cervicapra, Tragelaphus* u. s. w. wohlbekannte Klänge, mit welchen sich ihm freilich selten andre als sehr dunkle Vorstellungen

verbinden. Es ist der Zweck gegenwärtiger Abhandlung, den mehrsten dieser Namen eine sichere Erklärung dadurch zu geben, dafs sie zeige, wie die Angaben der Alten so vollkommen auf die Thiere zutreffen, die, nachdem sie seit den Kampfspielen der Römer nicht mehr in Europa gesehn worden, zuerst durch jene eifrigen Sammler wieder entdeckt worden sind.

Der Erste, der es versucht hat, die gröfstentheils willkührlichen Deutungen von Gefsner, Aldrovand, Bochart, Linné, Shaw (dem Reisebeschreiber), Buffon und Pennant zu sichten und zulässigere Beziehungen zu finden, ist Pallas, der, indem er diese ganze merkwürdige Sippschaft der Wiederkäuer zuerst einer gesonderten Betrachtung unterwirft und ihr den Namen Antilope [1] beilegt, zugleich das Irrige in vielen jener Deutungen nachweiset und mit einer umfassenderen Kenntnifs von den Thieren selbst, nicht nur die Namen welche Griechen und Römer dafür anwenden, sondern auch die, welche sich in den heiligen Schriften und bei den arabischen Schriftstellern dafür vorfinden, zu erklären bemüht ist. Ihm waren nämlich die damals im südlichen Africa entdeckten Antilopen-Arten ein Gegenstand genauerer Untersuchung geworden. Viele derselben haben in ihrer Bildung manches Gemeinsame mit denen, die das nördliche Africa erzeugt

---

[1] Pallas erklärt sich über die Anwendung dieses Namens, indem er (*Spicil.* XII, *p.* 1.) anführt, was Bochart bei Gelegenheit des *Iachmur biblicus* von dem Namen *Antholops* und *Anthalopus,* die bei den Kirchenvätern vorkommen, sagt, dafs sie nämlich nicht griechisch sondern vielmehr koptisch seien und hirschähnliche Thiere bedeuten. Er fügt hinzu, Linné habe davon den Namen *Antilope* genommen, den er in der ersten Ausgabe seines Systems einem der fabelhaften Thiere beilege.

In der ersten, erst spät so berühmt gewordenen Ausgabe seines Systems hat Linné indessen die *Antilope* noch nicht in das Verzeichnifs der paradoxen Thiere aufgenommen, sondern dies geschieht erst in der zweiten (Holm. 1740. kl. 8vo.) mit den Worten: *Antilope, facie ferae, pedibus pecoris, cornibus caprae serratis*; (ganz nach Eustathius im Hexaëmeron). Von da an wird der Name *Antilope* bald in seiner jetzigen Bedeutung gebraucht; so findet er sich bei französichen und englischen Schriftstellern derselben Zeit, z.B. in Shaw's Reisen sowohl in der englischen als französischen Ausgabe (1743) wo die Gazelle (*Dorcas*) *l'Antilope commune* genannt wird. In der neunten von Gronov besorgten Ausgabe des Linnéischen Systems (1756) welcher die französischen Namen beigefügt sind, ist *Capra Gazella* durch *l'Antilope* wiedergegeben. Welcher Schriftsteller aber ihn zuerst im Lateinischen vor 1740 gebraucht habe, ist mir noch nicht gelungen aufzufinden.

und man wird es Pallas verzeihn, dafs er sich danach dieselben Formen durch den ganzen africanischen Continent verbreitet vorstellte, wenn man bedenkt, dafs wir ja jetzt kaum erst anfangen, das Wesen der stationären Thiere auf ihren natürlichen Standort, auf dessen Erhebung über der Meeresfläche, Ebenheit, Trockenheit, mittlere Temperatur, vegetabilischen Reichthum u. s. w. in bestimmtere Beziehung zu bringen und dasselbe als abhängig von diesen constanten Bedingungen zu erkennen, mithin danach auch jetzt erst einer jeden Thierart ein viel enger umschriebenes eigentliches Vaterland anweisen, als man sonst zu thun gewohnt war. So mufste also auch Pallas, misleitet von dieser einzigen unrichtigen Voraussetzung in öfteren Irrthum verfallen, aber er irrt nach gründlicher Untersuchung und seine Irrthümer bleiben belehrend, indem sie es zunächst sind, die uns auf den merkwürdigen Parallelismus der beiden africanischen Faunen diesseits und jenseits des Aequators in den Breiten der Wendekreise aufmerksam machen. Wie in so vielen anderen Gattungen, so hat auch unter den Antilopen fast jede der nordafricanischen Arten ihr Entsprechendes an der Südspitze ihres vaterländischen Welttheils, ein zunächst Verwandtes nach Leibesgestalt, Haar-, Huf- und Hornbildung, das meistens nach allen diesen Puncten eben so isolirt unter den Gattungsverwandten seiner Gegend dasteht, als sie selbst unter den andern Arten von denen sie zunächst umgeben ist. Wie nahe aber auch oft solche sich entsprechende Arten einander verwandt sind, sie tragen immer jede die bestimmtesten specifischen Merkmale, von denen die mehrsten, indem sie zugleich andern Arten derselben Gegend zukommen, zugleich einen gewissen Local-Character involviren, der für die oben angedeuteten Gesichtspuncte gewifs nicht ohne Interesse sein kann. So ist, um Beispielshalber nur Einiges anzuführen, unter allen Antilopen-Arten die den weit ausgedehnten, trocknen, lichtreichen, in unermefslichen Ebenen sich ausbreitenden Raum des nördlichen Africa bewohnen, keine von dunkler Färbung, manche vom reinsten Weifs; im südlichen Africa dagegen, das sich, immer schmaler, zwischen grofsen Meeresräumen hin erstreckt und von der Mitte gegen die Küsten in breiten Abstufungen und ohne dazwischen liegende eigentliche Wüstenstrecken abdacht, kommt diese helle Färbung als Gesammtfarbe des Leibes auch nicht ein einzigesmal vor; die

in den waldigen Gegenden des Kafferlandes sind tiefbraun, *Ant. sylvatica* endlich fast schwarz.

Das Haar der nordafricanischen ist kurz, dünn, glattanliegend; das der südafricanischen dicht, meist lang, zuweilen wollig und an der einen Art, die die höheren Gebirgszüge bewohnt, dem sogenannten Klippspringer *Ant. Oreotragus* das dichteste, struppigste und elastischste, das wir überhaupt an einem wiederkäuenden Thier kennen.

Die einander entsprechenden Arten der Antilopen in den beiden gemäfsigten Zonen Africa's indessen blofs für klimatische Varietäten anzusehn, hindert uns nicht allein die Unkunde von dem grofsen dazwischen liegenden heifsen Erdstrich und die Vermuthung von dessen gänzlicher Unwirthbarkeit für so grofse Wiederkäuer, sondern auch die so sehr bedeutende anderweitige Verschiedenheit derselben von einander. Nach unsern jetzigen Annahmen über den Begriff der Species können sie demnach nicht anders, denn als verschiedene Arten betrachtet werden, und ich stehe nicht an, zu behaupten, dafs nicht eine einzige Art dieser Gattung beiden Gegenden gemein sei, dafs alle nordafricanische Arten wesentliche Verschiedenheiten von den südafricanischen haben. Demnach wäre die Beziehung der alten griechischen und lateinischen Namen auf die südafricanischen Thiere dieser Gattung durchaus unzulässig und um so mehr zu verwerfen, als sich zeigen läfst, dafs jene Namen gröfstentheils nur auf die jetzt erst wieder entdeckten und hier zu beschreibenden Antilopen des nördlichen Africa passen.

Vor vielen andern hat mir daher dieser Gegenstand würdig geschienen, dafs er der Akademie vorgelegt werde, und ich mufste um so mehr Beruf zu seiner Bearbeitung fühlen, als ich nicht nur eine Verpflichtung habe, den Verdiensten der wackeren Naturforscher, denen wir diese Entdeckung verdanken, die gerechte Anerkennung zu verschaffen, sondern auch zur Aufklärung eines Gegenstandes beizutragen, der in der neuesten Zeit die Aufmerksamkeit der Zoologen in besonderem Grade in Anspruch genommen hat. Die Gattung der Antilopen ist nämlich seit Pallas zuerst von mir selbst [1], dann von Herrn

---

[1] Magazin der Gesellschaft Naturforschender Freunde 6r Jahrgang 1812 S. 147.

Goldfufs ([1]), ferner von Herrn G. Cuvier ([2]), demnächst von Herrn Afzelius ([3]), und zuletzt von den Herren Blainville und Desmarets ([4]) einer neuen Bearbeitung unterworfen worden, ohne dafs sich Einer von uns rühmen könnte, gerade für diesen Theil derselben etwas geleistet zu haben. Eine neue Zusammenstellung der Arten, die ich beabsichte und zu welcher mich der besondere Reichthum unsers Museums vorzüglich in Hinsicht auf die südafricanischen auffordert, in welcher aber ausführlichere Untersuchungen wohl nicht Platz finden dürften, wünsche ich durch gegenwärtige Abhandlung vorzubereiten.

Es scheint mir gerathen, dem was ich über jede Art zu sagen habe, eine kurze Beschreibung derselben voranzuschicken, auf welche sich die Vergleichung der anderweitigen Angaben dann desto leichter beziehen mag.

## I. ANTILOPE LEUCORYX Pall. Tab. I.

Von der Gröfse des Hirsches, weifs von Farbe, am Halse mit leichtem eisenrostfarbigen Anflug; ein Fleck auf der Stirn, Mitte des Nasenrückens und Seitenstreif des Kopfes (von der Wurzel des Horns durch das Auge bis fast zum Mundwinkel) mattbraun, Schnauze reinweifs. Schwanz wie beim Rind, mit einer weifsen Endquaste, die an der Spitze schwarz ist, bis an das Hackengelenk reichend. Hörner von der halben Länge des Leibes, rund, säbelförmig gekrümmt, bis in die Mitte mit (26-40) Ringen umgeben. Gestalt zugleich zierlich und kräftig, wenn gleich nicht schlank, sondern wohlgenährt und rund, doch fein im Knochenbau, nur mit etwas aufgetriebenem Fufs-Gelenke. Das Haar sehr kurz, grob, dicht anliegend, nur auf der Mitte des Rückens länger und etwas gesträubt. Auf der Mitte des Kreuzes ist ein Haarwirbel und von diesem bis an den Hals haben diese längeren Haare sämmtlich die verkehrte Richtung nach dem Kopf hin. Von Mähne, Hals- oder Kniebüscheln ist keine Spur da. Die Knie sind vielmehr nackt und schwielig.

---

([1]) Schrebers Säugethiere, Fortsetzung 1817.
([2]) *Dictionnaire des Sc. naturelles, vol.* III, *pag.* 223.
([3]) *Nov. Act. Upsal. Tom.* 7, *p.* 257.
([4]) *Nouv. Bulletin de la Soc. philom.* 1816. und *Mammalogie* II, *p.* 450.

Ausmessuug nach zwei gleich grofsen Exemplaren ([1]):

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Ganze Länge von der Schnauze bis zur Schwanzwurzel | 5 | Fufs | 8 | Zoll. |
| Länge des Kopfes bis mitten zwischen dem Gehörn.... | „ | — | $11\frac{1}{2}$ | — |
| — von da bis zum Widerrüst .................. | 1 | — | $7\frac{1}{2}$ | — |
| Höhe vom Widerrüst bis zum Boden ............... | 2 | — | $11\frac{1}{2}$ | — |
| — vom Kreuz bis zum Boden .................. | 3 | — | $1\frac{1}{2}$ | — |
| Umfang des Halses in der Mitte .................. | 1 | — | 6 | — |
| — des Vorderleibes ........................ | 3 | — | 6 | — |
| — des Hinterleibes ........................ | 3 | — | 3 | — |
| Länge des Unterarms ............................ | „ | — | $12\frac{1}{2}$ | — |
| — der Röhre vom Handgelenk bis zur Fessel...... | „ | — | $8\frac{1}{2}$ | — |
| — der Fessel ................................ | „ | — | $2\frac{3}{4}$ | — |
| — der Vorderhufe ............................ | „ | — | $1\frac{3}{4}$ | — |
| — der Afterhufe ............................. | „ | — | $\frac{5}{8}$ | — |
| — der Schiene vom Knie bis zum Hacken ......... | 1 | — | $3\frac{1}{2}$ | — |
| — der Röhre vom Hacken bis zur Fessel.......... | 1 | — | 1 | — |
| — der Fessel ................................ | „ | — | $2\frac{3}{4}$ | — |
| — der Hinterhufe ............................ | „ | — | 2 | — |
| — der Afterhufe ............................. | „ | — | $\frac{3}{4}$ | — |
| — des Schwanzes von der Wurzel bis zum letzten Wirbel ........................ | 1 | — | $1\frac{1}{2}$ | — |
| — des schwarzen Haars an seiner Spitze .......... | „ | — | 10 | — |
| — der Hörner auf der vordern Krümmung........ | 3 | — | „ | — |
| — der Hörner auf der Sehne gemessen ............ | 2 | — | $8\frac{1}{2}$ | — |
| Umfang der Hörner an der Wurzel ................ | „ | — | $4\frac{1}{2}$ | — |
| — — — in der Mitte ................... | „ | — | $3\frac{1}{2}$ | — |
| — — — 6 Zoll vor der Spitze ........... | „ | — | $1\frac{3}{4}$ | — |

---

Es leidet keinen Zweifel, dafs dieses Thier der *Oryx* der Alten sei. Das Epitheton: Getulus, das er bei so vielen Schriftstellern ([2])

([1]) Für die Längenmafse kann ich mit ziemlicher Sicherheit einstehn; der Umfang des Leibes kann durch das Ausstopfen der sehr zerschossenen Haut etwas verloren haben. Auch die nach diesem ausgestopften Exemplar verfertigte Abbildung erscheint daher etwas schmächtiger, als das Thier wirklich sein mag.

([2]) Juvenal XI, 140. Martial XIII, 92.

trägt und das Zeugnifs der Aegypter, auf das man sich bei den Angaben über ihn stets beruft, beweisen wohl zur Genüge, dafs das Thier, das man darunter verstehn soll, in derselben Gegend zu suchen sei, die uns die oben beschriebene Art geliefert hat. Unter den vielen Stellen bei den Alten, wo des *Oryx* erwähnt wird, und die Gefsner ziemlich vollständig gesammelt hat, sind wenige, die bestimmte Kennzeichen von ihm angeben. Der langen Hörner und des manchfachen Gebrauchs derselben wird am häufigsten gedacht, doch ohne irgend etwas davon zu sagen, woraus sich ein Beweis für meine Behauptung entnehmen liefse. Schon wichtiger ist was Plinius (1) von dem Haar sagt, indem er richtig bemerkt, dasselbe sei auf dem Mittelrücken in verkehrter Richtung gegen den Kopf hin gewachsen, welches nach oben gegebener Beschreibung auf unsre Antilope vollkommen zutrifft. Nur hat freilich die capische Antilope, welche Pallas *Oryx* nannte, dieselbe Haarbildung, und diese war ihm ein Hauptgrund ihr den alten Namen zuzuwenden. Dasselbe findet sich auch an einigen andern Antilopen, namentlich an *A. Eleotragus*, auch das *Zebra* hat etwas ähnliches.

Die Hauptstelle über den *Oryx* findet sich bei Oppian (*κυνηγ. Libr.* II, *v.* 445-488.). Was davon hieher gehört lautet also:

Ἔστι δέ τις δρυμοῖσι παρέστιος ὀξύτερος θήρ.
ἀγριόθυμος ὄρυξ, κρυερὸς θήρεσσι μάλιστα·
τοῦδ' ἤτοι χροιὴ μὲν ἅτ' εἰαρινοῖο γάλακτος,
μούναις ἀμφὶ πρόσωπα μελαινομένῃσι παρειαῖς·
διπλὰ δέ οἱ μετόπισθε μετάφρενα πίονα δημῷ.
ὀξεῖα κεράων δὲ μετήοροι ἀντέλλουσιν
αἰχμαὶ πευκεδαναὶ μελανόχροον εἶδος ἔχουσαι·
καὶ χαλκοῦ θηκτοῖο, σιδήρου τε κρυεροῖο,
πέτρου τ' ὀκριόεντος ἀρειότεραι πεφύασιν,
ἰοφόροι· κενεὴν δὲ φύσιν κεράεσσι λέγουσι (2).

---

(1) *Lib.* VIII, *cap.* 53. *Caprae in plurimas similitudines transfigurantur. Sunt capreae, sunt rupicaprae, sunt ibices pernicitatis mirandae, sunt et Oryges, soli quibusdam dicti contrario pilo vestiri et ad caput verso. Sunt et Damae et Pygargi et Strepsicerotes multaque alia haud dissimilia. Sed illa Alpes, haec transmarini situs mittunt.*

(2) In Schneider's Uebersetzung: *Est autem quaedam sylvarum incola, acutis cornibus fera, saevus Oryx, formidandus bestiis maxime. Huius color quidem tanquam verni lactis, solis in facie nigricantibus genis. Duplex autem ei pone dorsum, opi-*

Diese poetische Schilderung enthält nichts, das nicht vollkommen auf unsre Antilope pafste; die milchweifse Farbe, die nur an den Wangen dunkler ist, das zu beiden Seiten des Hinterrückens liegende Feist und die spitzen, langen, harten, schwarzen Hörner, von denen der Dichter sogar die ganz richtige Bemerkung erfahren hat, dafs sie hohl sind [1], dies Alles trifft vollkommen zu und man hat nicht mehr nöthig, wie bisher, eine dichterische Uebertreibung anzunehmen, um eine Deutung dieser Stelle zu finden.

Wie der Name *Oryx* mit dem Gebrauch, den das Thier selbst von seinen Hörnern macht, oder zu dem man es beim Ackerbau anwendete und wonach man später selbst einen Theil des Pfluges so benannte, zusammenhängt, ist eine Frage, zu deren Erörterung ich mich nicht hinreichend gerüstet fühle. Aus allen Stellen aber, die dafür angeführt werden können, z. B. bei Agatharchides, Strabo und Lampridius, geht hervor, dafs diese Hörner durch ihre Länge, Schärfe und Härte ausgezeichnet seien; nur erwähnt Niemand der Ringe, mit welchen sie an der unteren Hälfte umgeben sind; auch wird nirgends gesagt, ob sie völlig gerade oder etwas gebogen sich zeigen.

Herodot erzählt (*Lib.* IV.): Bei den africanischen Hirtenvölkern gebe es unter andern vielen wilden Thieren die *Oryges*, von der Gröfse des Rindes, aus deren Hörnern die Arme der musicalischen Saiten-Instrumente verfertigt werden (*τῶν καὶ τὰ κέρεα τοῖσι φοίνιξιν οἱ πήχεις ποιεῦνται*) zu welchem Gebrauch, eben wegen der Ringe, die Hörner unsers *Oryx* sich auch vorzüglich zu eignen scheinen.

Aristoteles [2] erwähnt bekanntlich des *Oryx* als einhornig und Plinius schöpft aus ihm, wenn er sagt [3]: *Solida un-*

---

*mum adipe: Acuti porro cornuum alte prominent mucrones tetri, nigri specie, qui aeri acuto, ferroque atroci, saxoque duro praestant, venenati; cava vero cornua natura esse aiunt.*

(1) Es wird hier wahrscheinlich nur im Gegensatz gegen solides Hirschgeweih, das Horn hohl genannt. Doch wäre vielleicht auch möglich, dafs den Beobachtern die ansehnlichen inneren Knochenhöhlen, die sich bis zum zweiten Drittheil der Länge in dem Stirnzapfen hinauf erstrecken, aufgefallen wären.

(2) *Arist. hist. anim. Lib.* II, *cap.* 1. und *de part. anim. Lib.* III, *cap.* 2.

(3) *Lib.* XI, *cap.* 16.

*gula et bicorne nullum. Unicorne asinus tantum indicus, unicorne et bisulcum Oryx.*

Wenig Vorstellungen aus dem Thierreich haben zu allen Zeiten so sehr, zugleich den Wunderglauben des Volkes, die Phantasie des Dichters und den Forschungsgeist der Gelehrten in Anspruch genommen, als die vom Einhorn. Ich will den Streit hier nicht anregen, der wenigstens durch P. Camper ([1]) nicht geschlichtet zu sein scheint, ob man das Dasein eines vierfüfsigen und zwar ein- oder zweihufigen Thiers mit einem wahren von Hornmasse überzogenen Stirnzapfen, der nach ursprünglichem Bildungsgesetz immer nur in der einfachen Zahl vorhanden, in der Mitte des Kopfes stehe, aus physiologischen Gründen für unstatthaft halten solle oder nicht. Mag man die Entdeckung eines solchen Wesens immerhin noch von der Zukunft erwarten, soviel scheint mir gewifs, dafs man die Stellen der heiligen Schrift, so wie die mehrsten bei den Profanscribenten, wo des Einhorns erwähnt wird, nicht anders als von diesem unserm *Oryx* verstehn könne. Namentlich bezeichnet das Wort ראם oder רים (*Reem* oder *Rem*) in der Bibel, das von allen Uebersetzern durch Einhorn wiedergegeben zu werden pflegt, wie schon Bochart ([2]) sehr gelehrt erwiesen hat, unläugbar ein Thier aus der Antilopen-Gattung und die arabischen Schriftsteller, deren Zeugnifs hier die mehrste Gültigkeit hat, erklären das Wort *Rîm* (ريم) geradezu als den Namen einer Gazelle von rein-weifser Farbe, die sich in sandigen Gegenden aufhalte ([3]). Bochart gelangt in seiner Untersuchung zu dem Resultat, diese Gazelle könne keine andre, als eben der *Oryx* der Alten sein, und derselben Meinung sind, wenn gleich

---

([1]) Schreiben an die Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin, in deren Schriften 7r Band (oder Abhandlungen 1r Band) S. 219.

([2]) *Hierozoicon Lib.* III, *cap.* 26 *et* 27. Letzteres führt die Ueberschrift: *Probatur, Reem non esse Monocerotem nec Urum, sed bicornis capreae speciem aut Orygem.* In der Rosenmüllerschen Ausgabe (II, S. 351) wird schon das *Rim* der Araber durch die Pallassche *Ant. Leucoryx* erklärt. Man vergleiche auch *Hierozoïcon Lib.* VI, *c.* 12. *de Monocerote.*

([3]) So z. B. Alcamus, Giggejus, Damir, Alasmajus u. A. Vgl. Niebuhr Beschreibung von Arabien, Vorbericht S. 38, wo erzählt wird, dafs noch jetzt zu Haleb unter dem Worte *Rim* eine weifse Gazelle verstanden werde.

unter mancherlei Bedenken, Michaelis ([1]), Walther ([2]) und Meyer ([3]), bei welchen alles zu finden ist, was sich über diesen Gegenstand sagen liefs, so lange das Thier selbst, um welches es sich handelt, nur aus den Schriften und nicht in der Natur bekannt war.

Die Haupt-Bedenken und Zweifel gegen die obige Meinung mufsten nämlich immer daraus entspringen, dafs sowohl dem *Oryx* an den mehrsten Stellen, als dem *Rîm* der Araber zwei Hörner beigelegt werden, das einhornige *Reem* also von beiden ganz verschieden sein müsse, was denn zu der Annahme führte, es habe mindestens zweierlei Landthiere ([4]) gegeben, welche beide von den Alten *Oryx* genannt worden seien.

Diese Zweifel lösen sich dahin auf, dafs der *Oryx* in einem ungewöhnlichen Falle von Verstümmelung, der aber im Alterthum nicht so sehr selten gewesen sein mag, auch als einhorniges Thier vorkommt. Vermuthen liefs sich dieses schon aus der Analogie mit ähnlichen Erscheinungen, z. B. an der *Ant. Saiga*, deren Beispiel Pallas zur Begründung seines Urtheils über das Einhorn als fabelhaftes Thier, zu Hülfe ruft ([5]). Dieselbe Vermuthung habe ich in meiner Abhandlung über die Antilopen, bei Gelegenheit der *Ant. Leucoryx* ausgesprochen. Bestätigt aber wird sie aus den bildlichen Darstellungen von unsrer Antilope, die sich in den inneren Räumen der Pyramide von Memphis finden ([6]). Hier werden Beschäftigungen des Landlebens vorgestellt, unter andern Männer, die den *Oryx* theils an den Hörnern, theils an um den Hals geworfenen Seilen führen, theils mit Stecken vor sich her

---

([1]) *Supplem. ad lexica hebraica. Pars* VI, *p.* 2213.

([2]) In Eichhorn's Repertorium für Bibl. Litteratur. 16r Theil S. 101.

([3]) Versuch über das vierfüfsige Säugethier *Reem* der heiligen Schrift, vom Dr. F. A. A. Meyer, Leipzig 1796. Die Nachrichten vom *Oryx* sind hier sorgfältig zusammengestellt, auch die Meinungen, dafs unter dem Einhorn der Rhinoceros oder eine Rinder-Art verstanden sein könne, geprüft, weshalb hier dies Alles übergangen und auf diese Schrift verwiesen werden kann.

([4]) Der *Oryx marinus* des Strabo mag wohl wie Schneider annimmt, der *Narval* sein, wenn anders Gefsner nicht Recht hat, der einen Delphin (*Orca*) darunter vermuthet, was wenigstens zu der Gegend, von welcher die Rede ist (den gallischen und spanischen Küsten) besser pafst.

([5]) *Spicil. zool. Fasc.* XII, *p.* 35 *et* 63.

([6]) *Description de l'Égypte, Vol.* V, *Tab.* 18. *fig.* 9 *et* 10.

treiben, wie wenn sie mit seiner Bändigung oder Zähmung beschäftigt wären. Unter den fünf Gruppen dieser Art, die unter der zu dieser Abhandlung gehörigen Abbildung des *Oryx* (Tab. I.) wiedergegeben sind, stellen zwei das Thier mit dem Doppelhorn von natürlicher Gestalt und Richtung dar, die drei andern dagegen mit einem einzigen Horn das auf verschiedne Weise gekrümmt und verdreht ist.

Diese Darstellungen sind unläugbar von grofser Wichtigkeit für die vorliegende Frage. Dafs der *Oryx* wirklich damit gemeint sei, läfst sich aus der Uebereinstimmung mit der Gestalt unsers Exemplars leicht darthun, denn dafs sie etwas plumper von Gestalt und von kürzeren Läufen sind, liegt entweder an der Unbeholfenheit der älteren Plastik oder daran, dafs das ausgestopfte Exemplar unsers Museums, dessen Haut sehr zusammengeschrumpft war, etwas zu schlank gerathen ist ([1]). Demnächst scheint mir die Hauptstelle der heiligen Schrift, aus welcher man die Unbändigkeit des Einhorns beweisen will ([2]), nicht sowohl anzudeuten, dafs es überhaupt nicht gezähmt, als nur, dafs es nicht zu den Geschäften des Ackerbaues abgerichtet werden könne. Selbst die Ausführlichkeit mit welcher der Dichter solchen Versuch als vergeblich schildert, läfst voraussetzen, dafs ihm Beispiele davon vorschwebten. An einer andern Stelle ([3]) werden die Einhörner geradezu unter den Hausthieren genannt. Wiederum ist einmal ([4]) bildlicherweise die Rede von

---

([1]) Herr Dr. Ehrenberg, der eben beim Abdruck dieser Abhandlung wieder bei uns eintrifft, erklärt, das letztere sei der Fall und die Antike gebe die Gesammtgestalt des Thiers sehr treu wieder.

([2]) Buch Hiob Cap. 39. Vs. 12–15. „Meinst du, das Einhorn werde dir dienen und werde bleiben an deiner Krippen? — Kannst du ihm dein Joch anknüpfen, die Furchen zu machen, dafs es hinter dir brache in den Gründen? — Magst du dich auf es verlassen, dafs es so stark ist? Und wirst es dir lassen arbeiten? — Magst du ihm trauen, dafs es deinen Samen dir wieder bringe und in deine Scheune sammle?"

([3]) Jesaia Cap. 34. Vs. 7. „Da werden die Einhörner sammt ihnen (den Lämmern und Böcken) herunter müssen und die Farren sammt den gemästeten Ochsen." Auf ähnliche Weise wird des *Oryx* als eines Hausthiers gedacht bei Heliodorus (*Hist. Aethiop. Lib.* 10. der von der Persina, Königin der Aethiopier erzählt, sie habe zu Opfern und Gastmälern angewendet *βοῶν τε ἀγέλας, καὶ ἵππων καὶ προβάτων, ὀρύγων τε καὶ γρυπῶν.* (Nach Bochart's Verbesserung a. a. O.)

([4]) Psalm 29. Vs. 6. „Und (die Stimme des Herrn) macht sie lecken (hüpfen, springen) wie ein Kalb, Libanon und Sirion wie ein junges Einhorn.

der Zierlichkeit des jungen Einhorns, und daraus zu schliefsen, das Thier müsse in diesem seinem jugendlichen Zustande bekannt genug gewesen sein, um ein allgemein verständliches Bild davon entlehnen zu können. Wurde es also jung eingefangen und gezähmt? Die sonderbare Hörnerform der einhornigen auf unserer Abbildung läfst dies fast vermuthen. Denn solche Verdrehung der Hörner geschieht nicht in natürlichem Wachsthum, sondern kann nur durch die Hand des Menschen geschehn, wie noch heute die Kaffern ihrem Rindvieh die sonderbarsten Gestalten des Gehörns geben, um ihren Stofs minder gefährlich zu machen, welche Absicht auch eben bei der Zähmung des *Oryx* sehr nahe gelegen haben mufs.

Ueberhaupt ist an keiner Stelle der heiligen Schrift von dem *Reem* geradezu behauptet, dafs es nur ein Horn habe, an keiner findet sich etwas zu seiner bestimmteren Charakteristik. Der Hauptgrund ein einhorniges Thier unter dem *Reem* zu verstehn, liegt lediglich darin, dafs die Septuaginta dieses Wort durch μονόκερως übersetzen. Wie aber an dem Ort, wo die Uebertragung der heiligen Bücher der Israeliten in die griechische Sprache geschah, der *Oryx* zugleich den Namen des *Monoceros* gehabt haben könne, scheinen mir die memphischen Bilder leicht zu erklären, indem sie ihn sowohl einhornig als zweihornig vorstellen.

Indem ich gelehrteren Sprachforschern und Alterthumskennern die Prüfung dieser Meinung überlassen mufs, bemerke ich nur noch, dafs die beiden Einhorne, welche Ludovico Barthema oder Vartomanus [1] im Anfange des sechszehnten Jahrhunderts zu Meckha gesehn, höchstwahrscheinlich nur solche einhornige *Oryges*, gewifs aber Thiere aus der Antilopen-Gattung gewesen seien. Sie waren dem dortigen Sultan als ein kostbares Geschenk von einem Könige aus Aethiopien gesandt worden, also africanischen Ursprungs und auch in ihrem Vaterlande Seltenheiten. Die Abbildungen des Einhorns welche Bochart, wo er des Barthema erwähnt [2], ohne weitere Erklärung hinzufügt, haben gar keinen Werth, denn sie sind ganz offenbar aus blofser Vorstel-

---

[1] Beim Ramusio I, *fol.* 163 *b. ed. Venet.* 1563, auch beim Purchas *Pilgr. p.* 1489.

[2] *Hierozoïcon* III, *cap.* 26. *pag.* 955.

lung entworfen, stimmen nicht zu Barthema's Beschreibung und sind auch nur Copien einer alten italienischen Kupfertafel, die Bochart von dem gelehrten Philologen Huet erhalten hatte. Diese Abbildung war es daher wohl kaum werth, dafs sie Meyer zu seiner Schrift über das *Reem* noch einmal copiren liefs.

Wenn man ein grofses Gewicht darauf legen will, dafs Aristoteles und Plinius den *Oryx* einhornig nennen, so darf man dagegen auch nicht unerwähnt lassen, dafs er sogar auch vierhornig genannt wird. Aelian (1) führt solche vierhornige *Oryges* unter anderen grofsen Seltenheiten aus dem Thierreich (zahme Tiger, gebändigte Parder, schnellfüfsige Rinder, gelbe Tauben und weifse Affen) an, welche die Indier ihrem Könige bringen. Gewifs ist hier von einer ungewöhnlichen Ausnahme, von einem in der Regel zweihornigen, nur in seltnem Naturspiel vier Hörner tragenden Thier die Rede, wie denn auch Pallas, eben in der vorhin angeführten Stelle, ohne Beziehung auf diese Angabe Aelians, von der *Antilope Saiga* erzählt, es gebe davon Männchen mit überzähligen Hörnern. Wir kennen zwar auch eine *Antilope quadricornis*, eine neuerlich entdeckte, wegen natürlicher Vierhornigkeit höchst merkwürdige Art, von welcher sich ein Schädel in der Sammlung des Dr. Brookes zu London befindet. Diese aber, da sie in Hinter-Indien zu Hause gehört, wird wohl schwerlich von Aelian gemeint gewesen sein können.

Künftige Beobachter werden an unserem *Oryx* noch Gelegenheit zu mancher interessanten anatomischen Untersuchung finden. Denn so ganz ohne alle Begründung kann doch die vielbesprochene Stelle bei Plinius (2) nicht sein: *Orygem perpetuo sitientia Africae generant et natura loci potu carentem et mirabili modo ad remedia sitientium. Namque Gaetuli latrones eo durant auxilio, repertis in corpore eorum saluberrimi liquoris vesicis.* Pallas (3) ist geneigt dies daraus zu erklären, dafs die Antilopen viel an Hydatiden im Netz leiden, die, meint er, an einem so grofsen Thier nicht unbedeutend sein können. Man mufs gestehn, dafs

---

(1) *De natura animalium. Lib.* XV. *cap.* 14.
(2) *Lib.* X, *cap.* 73.
(3) *Spicil. zool.* XII, *p.* 64.

dies wenigstens immer noch eine natürlichere Erklärungsart ist, als wenn man annehmen wollte, diese Antilope könnte einen Kamelmagen mit Wasserzellen haben.

Wichtiger, zumal für die Beurtheilung der Meinungen, welche die Aegypter selbst von dem *Oryx* gehabt zu haben scheinen, ist folgende andre Stelle bei Plinius ([1]): *Orygem appellat Aegyptus feram, quam in exortu caniculae contra stare et contueri tradit ac velut adorare cum sternuerit.* Fast mit denselben Worten gedenken dieser ägyptischen Sage Damascius beim Photius und Aelian ([2]). Letzterer fügt noch hinzu: die Libyer rühmten, dafs ihre Ziegenheerden den Aufgang des Sirius vorherwüfsten und den Regen vorempfänden. Es ist bekannt, wie wichtig den Aegyptern der heliakalische Aufgang des Hundsterns wegen seines Zusammentreffens mit dem Anschwellen des Nils war. Alle Naturerscheinungen, die zu dieser Zeit sich zeigten, erhielten dadurch eine gewisse Wichtigkeit und wurden auf das Segens-Gestirn bezogen. Manche, zumal in der belebten Natur, mochten auch wohl in ziemlich nahem Zusammenhang mit den Ursachen der Nil-Anschwellung stehn. Die Menge des fallenden Regens in den inneren Gebirgsgegenden, selbst die herabströmende grofse Wassermasse im Nilthale mochten durch ihre Verdunstung Veränderungen in der Atmosphäre hervorbringen, die sich mittelst der periodischen Luftströme weit in das Innere Libyens fortpflanzten und eben auch in dem Leben der dortigen Thiere periodische Erscheinungen bedingten. Viele Antilopen-Arten des südlichen Africa wandern alljährlich in gewissen Jahreszeiten nach bestimmten Richtungen, nämlich dem Luftstrom entgegen, der sie einmal (zur Zeit des Südostpassats) an die waldigen Küsten lockt, in der entgegengesetzten Jahrszeit aber, bei dem Regen bringenden Nordostwind, zu den dann reicher begrasten Karroo-Ebenen hinzieht. Sollte bei den nordafricanischen Antilopen der überhaupt bei den Wiederkäuern so stark entwickelte Geruchssinn und die Empfindlichkeit gegen Wasserverdunstung in der Atmosphäre ([3]), schwächer sein, als wo ich jene periodische Wande-

---

([1]) *Lib.* II, *cap.* 40.

([2]) *Lib.* VII, *cap.* 8.

([3]) In trocknen Ländern wittern Rinder und Kamele die Flüsse und Quellen auf meilenweite Entfernung.

rungen beobachtete? Es läfst sich gewifs denken, dafs der anschwellende Nil und die zu dieser Jahrszeit reichere Vegetation seines Thalweges, die Thiere der libyschen Wüste von weit her herbeilockt; deren Züge gehn dann von Westen nach Osten, sie scheinen alle nach Morgen zu schauen, das aufgehende Gestirn anzubeten. Auf den *Oryx* hat dann der veränderte Aufenthalt, vielleicht die Nahrung von frischen Kräutern, noch andere Wirkung. *Μισοῦσι δὲ οἱ αὐτοὶ θεραπευταὶ τοῦ διὸς τοῦ προειρημένου (τοῦ Σαραπίδος) καὶ τὸν ὄρυγα· τόδε αἴτιον, ἀποστραφεὶς πρὸς τὴν ἀνατολὴν τὴν τοῦ ἡλίου τὰ περιττὰ τῆς ἑαυτοῦ τροφῆς ἐκθλίβει, φασὶν Αἰγύπτιοι* (1). Einen andern Grund dieses Hasses giebt Orus (2) an. „Wenn der *Oryx*," sagt er, „in der Wüste an einen Ort kommt, wo Wasser ist, so trübt er dasselbe, nachdem er getrunken, mit seinen Lippen und verunreinigt es mit seinem Unrath, scharrt auch Staub mit den Füfsen hinein, dafs es anderen Thieren zum Trank nicht mehr taugt. Und weil nun die Göttin (Isis) alles, was in der Welt Nützliches, zeugt, vermehrt und belebt, so mufs der *Oryx* wohl gottlos und undankbar gegen sie erscheinen (3)."

In der That lernt man auch aus den bildlichen Darstellungen der Aegypter, dafs der *Oryx* ein unheiliges Thier gewesen sein müsse. Auf keiner Abbildung in den Tempeln, Grabmälern und an den Todtenkisten, auf keiner der Papyrus-Rollen, die jetzt unsre Bibliothek zieren und so reich an bildlichen Darstellungen sind, ist eine Spur vom *Oryx* oder dessen Hörnern anzutreffen, so häufig sich auch die Hörner der Gazelle (*Ant. Dorcas*) darauf nachweisen lassen. Jene oben angeführten Bilder aus den memphischen Pyramiden, die nur die Geschäfte des Landlebens darzustellen scheinen, sind die einzigen mir bekannten auf welchen der *Oryx* vorkommt, und wenn bei den früheren Erklärern ägyptischer Bilder so oft von Oryxhörnern die Rede ist, so beweist dies nur, dafs man sich eben nichts bestimmtes bei diesem Namen gedacht und ihm eine ganz allgemeine Bedeutung gegeben habe.

---

(1) Aelian. *Lib.* X, *cap.* 28.

(2) *Hierogl. Lib.* I, *cap.* 46.

(3) *Propter haec, immunditiei et turpitudinis hieroglyphon atque in tantum odiosum habebatur animal, ut solum Aegypti sacerdotibus in cibum esset damnatum. Pall. Spicil.* z. XII, *p.* 61.

Wiewohl nun dieses Thier schwerlich je anders als etwa in den Kampfspielen der Römer, lebend in Europa gesehn worden und die von unsern Reisenden übersandten Exemplare unläugbar die ersten sind (1), aus welchen sich sein Vorhandensein in dem Begriff der Alten erweisen läfst, so ist doch schon Kunde davon in vielen Werken der letztverflossenen Jahrhunderte. Aufser den schon oben, bei Gelegenheit des Einhorns, erwähnten Zeugnissen sind noch folgende wichtig genug, um angeführt zu werden. Der Pater Vincent Marie sagt im 12ten Cap. seiner Reise: ,,Ich habe in Mascat, einer Stadt des steinigen Arabiens, eine Art wilder Ochsen gesehen, von glattem, weifsen Haar, wie das des Hermelins; so wohlgebaut, dafs es mehr einem Hirsch, als einem Ochsen glich. Nur waren die Beine kürzer, aber fein und zum schnellen Laufe geschickt, der Hals kürzer, Kopf und Schwanz wie beim Rind, aber schöner gebaut, mit zwei schwarzen, harten, dünnen und langen Hörnern von drei oder vier Palmen Länge, mit Ringen umgeben, die wie gedrechselt oder schraubenförmig gestaltet aussahn." Diese Beschreibung pafst genau auf unsern *Oryx*. So erwähnt Jablonsky (2) bei Gelegenheit einer Erklärung des vermeintlichen Oryx-Opfers auf der Bembinischen Isis-Tafel des Berichtes von Paul Lucas, der in der Beschreibung seiner dritten Reise durch Aegypten (1714) folgendes erzählt: Es finden sich dort viel wilde Ziegen, die bei den Alten *Oryges* hiefsen. Sie wandern heerdenweis durch die Berge. Im Haar und Schwanz gleichen sie den Ziegen, in den Vorderfüfsen aber, die etwas kurz sind, den Dammhirschen. Der Hals ist lang, ohne Bart und schwärzlich. Sie haben gerade Hörner, die aber gegen die Spitze hin etwas gekrümmt sind.

Im Jahr 1717 fand Herr John Lock, Agent der Ostindischen Compagnie zu Ispahan, in dem Park des persischen Sultans zu Kassar, zwei Antilopen dieser Art, von welchen er Abbildungen verfertigen liefs und nach London übersandte, wo Herr Pennant sie im Brittischen Museum fand und zu seiner *Synopsis of Quadrupeds* benutzte. Er macht sie dort unter dem Namen der weifsen Antilope, unter Bezie-

(1) Später ist auch diese Antilope durch Herrn Rüppel an das Museum zu Frankfurt gesandt worden.

(2) *Opuscul* II, *p.* 234.

hung auf die obige Stelle beim Oppian, bekannt. Pallas hatte inzwischen in den Petersburger Commentarien ([1]) ein Horn beschrieben und abgebildet, das er in der dortigen Kaiserlichen Sammlung gefunden, und für das Horn des *Oryx* erkennt, und auf diese unterschiedenen Data gründet er dann die neue Art *Ant. leucoryx*, die im 12ten Fascikel seiner Spicilegien, unter Anführung Oppian's, zuerst erscheint. Lock's Angabe, diese Art sei auf der kleinen Insel *Baharein* im Golf von Bassora zu Hause und die Nachricht des Pater Vincent Marie verleiteten indessen zu der Annahme, es sei ein asiatisches Thier, wiewohl sich jetzt leicht annehmen läfst, dafs es als seltnes Geschenk den asiatischen Fürsten aus Africa zugesandt worden. In Shaw's *Zoology* (*Vol.* II, *P.* II, *p.* 315.) ist dann das in London befindliche Bild im Kupferstich wiedergegeben, nnd Herr Professor Goldfufs hat dasselbe in seiner Fortsetzung des Scbreberschen Säugethierwerkes danach copirt und coloriren lassen (*Tab.* 156 *B.*). Auf diesen Bildern ist das Thier liegend vorgestellt, in der Ansicht von vorn, so dafs die Verkürzungen kein sicheres Urtheil über die Körper-Verhältnisse zulassen. Die Zeichnung des Kopfes stimmt wohl zu unserm *Oryx*, nur reicht der Backenstreif nicht ganz bis an das Horn und das Dunkel ist viel stärker aufgetragen. Auch findet sich ein breites dunkles Querband über jedem Vorderlauf, das unsre Exemplare nicht haben. Die Hörner, da sie fast ganz aus der vordern Ansicht gezeichnet sind, erscheinen fast gerade, heifsen aber in der Beschreibung leicht gekrümmt. Die Ringe an der unteren Hälfte sind nur leicht angedeutet und spiralförmig geführt.

Wiewohl viele der hier angeführten Abweichungen von der Bildung unsers *Oryx* es zweifelhaft machen können, ob man ihn in dem *Leucoryx* des Pallas wieder erkennen solle, so sind sie doch nicht erheblich genug, um beide für Wesen unterschiedener Art zu halten, und namentlich ist die stärkere oder schwächere Krümmung der Hörner kein Grund, eine solche Verschiedenheit anzunehmen. Unsre Reisenden haben nämlich aufser den beiden ganzen Exemplaren noch einige lose Hörner mitgesandt, die im Allgemeinen ganz von derselben Bildung, dennoch in dem Grade der Krümmung und der Zahl der Ringe von

---

([1]) *Nov. Commentarii Academiae Petropolitanae Vol.* XIII, *p.* 468.

einander eben so verschieden sind, wie von den bei Buffon (1) und Pallas (2) abgebildeten Hörnern, so dafs ich nicht zweifeln kann, es müssen diese sämmtlich einer und derselben Thierart, nämlich eben dem *Oryx* der Alten angehören. Die mindeste Krümmung ist die eines Horns von 36 Zoll Länge, das auf der Sehne 34 Zoll mifst (beinahe wie das von Pallas abgebildete); die stärkste dagegen findet sich an dem einen ausgestopften Exemplar, dessen Hörner ebenfalls 36 Zoll messen, aber in gerader Linie zwischen dem hintern Rand des ersten Ringes und der Spitze nur einen Raum von 32 Zoll haben. An dem andern ausgestopften, sonst ganz gleichen Exemplar, sind sie merklich gerader. Beide haben eine gleiche Zahl der Ringe, nämlich 26, deren letzter noch nicht die Mitte des ganzen Horns erreicht. Unter den losen Hörnern, die zugleich die ansehnlichen Höhlungen der Stirnzapfen gewahren lassen und unter einander in den Verhältnissen des Umfangs zu der Länge ganz übereinstimmen, hat eins 33, eins 40, eins sogar 48 Ringe, von denen aber dennoch der letzte nicht weit über die Mitte des Hornes hinausgeht; der geringelte Theil des Horns ist also kaum gröfser als bei den vorigen, nur stehn die Ringe gedrängter, sind aber in demselben Verhältnifs auch weniger erhaben und kräftig. Aus diesen Verschiedenheiten lassen sich also auch die abweichenden Angaben über die Richtung der Hörner erklären, die so mancherlei Zweifel und selbst den Hauptmifsgriff in der Erklärung des *Oryx* der Alten, durch den capischen sogenannten Gemsbock veranlafst haben, der von Pallas unter dem Namen *Ant. Oryx* in die systematischen Verzeichnisse eingeführt ist.

Beide aber unterscheiden sich wesentlich in folgenden Punkten. Der südafricanische *Oryx* oder Gemsbock ist erstlich wohl reichlich um das Doppelte gröfser, und dabei sind die Hörner an sich schon kürzer, also noch viel mehr im Verhältnifs zur Körperlänge. Beim ägyptischen *Oryx* messen sie fast die Hälfte der Leibeslänge, hier kaum ein Viertheil. Sie sind ferner hier fast gerade, auf der vorderen Krümmung $32\frac{1}{2}$ Zoll lang, auf der Hinterseite nach der Sehne gemessen

---

(1) *Hist. nat. Vol.* XII. *tab.* 33, *f.* 1.

(2) *Nov. Comment. Petrop. Vol.* XIII, *tab.* 10. und *Spicil. zool. Fasc.* XII, *tab.* 3. *f.* 1.

nicht weniger als $31\frac{1}{2}$ Zoll, dabei ansehnlich dicker und ihr Umfang ist an der Basis $6\frac{1}{2}$ Zoll, in der Mitte $4\frac{1}{2}$ Zoll, vor der Spitze 6 Zoll, beim *Oryx* dagegen: an der Basis 5 Zoll, in der Mitte 4 Zoll, vor der Spitze $2\frac{1}{4}$ Zoll. Die Zahl ihrer Ringe wechselt an vier Paaren, die ich zur Vergleichung vor mir habe, zwischen neunzehn und vierundzwanzig. Der letzte derselben reicht aber immer weit über die Mitte hinaus und die vorletzten sind weit von einander abstehend, breit aber flach, die unteren vorzüglich kräftig und hoch gegen die dazwischen liegenden gefurchten Vertiefungen. Die oben angeführte Kupfertafel bei Buffon (XII, 33.) stellt die Hörner beider Arten neben einander dar. Die flüchtigste Vergleichung läfst keinen Zweifel, dafs sie unterschiedenen Thieren angehören, wie Buffon auch selbst annimmt. Ferner ist der capische *Oryx* in Farbe und Haar auffallend vom ägyptischen verschieden. Die einzige Uebereinstimmung in Hinsicht auf dem ersten Punkt ist, dafs auch hier das Haar, wie schon oben erwähnt, längs dem Rückgrat, vom Kreuz bis zum Kopf rückwärts läuft. Das Haar ist übrigens aber durchgehends länger, reicher und dichter. Die Farbe ist rothgrau, auf der Mitte des Rückens dunkler; ein Streif von den Weichen bis zum Ellenbogen, der Seitenstreif des Kopfes vom Horn zum Mundwinkel, der Nasenrücken, ein Stirnfleck in Gestalt eines V und der Unterhals sind schwarzbraun, desgleichen eine breite Binde über jedem der Vorderschenkel. Wenn nun gleich in dieser Zeichnung des Leibes so viel Aehnlichkeit mit dem *Oryx* liegt, dafs man daraus Cuvier entschuldigen mufs, wenn er sie beide nur als Varietäten einer und derselben Art will gelten lassen, so sind doch die übrigen Punkte völlig entscheidend und wem noch Zweifel bleiben, der vergleiche die oben angegebenen Dimensionen mit den Verhältnissen des capischen *Oryx*, die in den neuern systematischen Werken angegeben sind, und betrachte sich beide Arten neben einander.

In Hinsicht auf die systematischen Namen beider dieser Arten wird sich wohl jeder Zoologe mit mir dahin vereinigen, dafs es bei den von Pallas gegebnen, nun schon ein halbes Jahrhundert gültig gewesenen Benennungen verbleiben müsse und dafs der Name *Oryx* also nicht wieder in sein ursprüngliches Recht eingesetzt werden könne, wenn nicht eine Verwirrung angerichtet werden soll, die durch die ge-

ringen Vortheile einer vollkommen richtigen Anwendung jenes Namens schwerlich aufgewogen werden dürfte.

Schliefslich habe ich noch zu bemerken, dafs diese Antilope nach Herrn Doctor Hemprich's Bericht bei den Arabern des *Sudan* den Namen *Abu-harbe* führt.

## II. ANTILOPE ADDAX N. (1) Tab. II.

Diese Art ist von Gröfse und Gestalt eines Esels (über 6 Fufs lang und 3 Fufs hoch) von feistem Körperbau, ganz weifs von Farbe, doch am Oberhals mit bräunlicher Beimischung und fast ganz braunem Kopf. Dieser hat nämlich einen dunkelrothbraunen Scheitelfleck, der hinter den Hörnern einen Halbkreis von 5 Zoll Halbdurchmesser einnimmt, vorn aber zwischen den Hörnern bis über die Stirn in bogenförmigem Umrifs ($4\frac{1}{2}$ Zoll weit) vortritt; vor den Augen zieht sich ein (in der Mitte $1\frac{1}{2}$ Zoll breites und 7 Zoll langes) schneeweifses Querband bis an die Wangen hin, die dann selbst samt der Schnauze mattbraun von Farbe sind. Ueber den Mundwinkeln wird die Farbe wieder heller und zu beiden Seiten der Nase zeigt sich über den Lippen ein schmuzigweifser Streifen. Der Schwanz ist 10 Zoll lang, an der Spitze mit einer 2 Zoll langen Quaste von schneeweifsen Haaren besetzt. Die Behaarung ist kurz, grob, dicht anliegend, nur der dunkle Stirnfleck trägt längeres, sich von der Mitte gegen den Umfang aufkrümmendes und die Wurzeln des Gehörns deckendes Haar. Die Ohren messen 6 Zoll Länge und nach dem mittleren Umfang $3\frac{1}{2}$ Zoll Breite, sind aufsen mit dicht anliegendem, innen mit längerem, abstehenden, weifsen Haar bekleidet und nur an der äufsersten Spitze schmutzig rostfarben. Die Hörner liegen in der Ebne des Nasenrückens, sind lang, spiralförmig gedreht und mit Ringen umgeben, und zwar unter folgenden genaueren Bestimmungen: An der Wurzel erscheinen sie nicht ganz rund, sondern von vorn nach hinten unmerklich zusammengedrückt, nach der in-

---

(1) Der *Strepsiceros* und *Addax* des Plinius. Nur der letzte dieser beiden Namen kann zur Bezeichnung der Art im System gebraucht werden, da der erste bereits einer andern Art zugewendet worden.

neren Seite am mehrsten von der kreisrunden Gestalt des Umfanges abweichend (also hier stumpf gekantet). Bis 4 Zoll über der Wurzel sind sie von schmutziggelber Farbe und fast glatt, dann wird die Farbe allmählig dunkler und es zeigen sich immer bestimmtere und durch tiefere Zwischenräume gesonderte, wellenförmige Ringe, während jedes Horn in seiner Krümmung nach aufsen und hinten eine mäfsige Spirallinie beschreibt und sich dabei gleichzeitig halb um seine eigne Längen-Achse dreht, so dafs wenn die erste Windung vollendet ist, die hintere weniger von den Ringen umfafste und fast flache Seite die vordere wird. Nun folgt noch eine zweite Windung mit deren Ende das Horn sich einmal ganz um seine Achse gedreht hat, und von hier an werden die Ringe flacher und weiter und von dem letzten derselben, welcher an unserm Exemplar der achtundzwanzigste ist, verläuft das Ende sich völlig gerade (der Längenachse der Spirallinie parallel), glatt und schwarz in eine immer dünnere, zuletzt scharfe Spitze. Die Länge jedes Horns von der Wurzel bis zur Spitze in gerader Linie ist $27\frac{1}{2}$ Zoll, nach der Krümmung auf der Vorderseite gemessen aber 33 Zoll; der Umfang an der Basis beträgt 5 Zoll, in der Mitte $3\frac{1}{2}$, 6 Zoll vor der Spitze $2\frac{1}{2}$ Zoll. Unmittelbar an der Wurzel ist zwischen den Hörnern nur $1\frac{1}{2}$ Zoll Zwischenraum. Wo sie in der ersten Windung sich am weitesten von einander entfernen, beträgt der Zwischenraum 12 Zoll; sie treten dann aber in ihrer ferneren Windung noch auf eine Nähe von 9 Zoll wieder zusammen, gehn von hier an aber immer weiter auseinander und zwischen einer Spitze und der andern ist ein Raum von 20 Zoll.

Aufser diesen Hauptmerkmalen sind noch folgende charakteristisch: 1) ein Haarwirbel im Nacken, 3 Zoll hinter den Hörnern, von welchem eine kleine Mähne, aus dünnen, etwa 2 Zoll langen Haaren zusammengesetzt, anfängt, die fast bis an das Widerrüst reicht und welcher an der Unterseite des Halses ein ganz ähnlich gebildeter Kehlschopf entspricht; 2) sehr hochliegende, schräg gestellte Augen, die vorzüglich dazu beitragen, dem Thier in der Bildung des Kopfes eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Ziegenbock zu geben; 3) aufserordentlich breite und platte Hufe, besonders an den Vorderfüfsen, wo sie mit so weit überstehenden Rändern vortreten, dafs die Spur $3\frac{1}{2}$ Zoll Breite hat, indessen der Durchmesser der Fessel dicht über dem Huf nur 2 Zoll be-

trägt; an den Hinterfüſsen sind alle diese Theile um ein Viertheil kleiner. Die Gelenke der Füſse sind etwas aufgetrieben und geben den Läufen ein etwas plumpes Ansehn, das diese Art von den mehrsten so ungemein zierlich gebauten Gattungs-Verwandten unterscheidet.

Das einzige Exemplar, welches unsre Reisenden übersandt haben, ist ein weibliches. Es läſst sich vermuthen, daſs die männlichen Individuen noch gröſser und stärker und von ansehnlicherem Gehörn sein werden.

Genauere Ausmessung.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ganze Länge von der Schnauze bis zur Schwanzwurzel | 6 | Fuſs | „ | Zoll | „ | Linien. |
| Länge des Kopfes bis mitten zwischen dem Gehörn | 1 | — | „ | — | „ | — |
| — von da bis zum Widerrüst | 1 | — | 8 | — | „ | — |
| — — — — zur Schwanzwurzel | 3 | — | 4 | — | „ | — |
| — des Schwanzes | „ | — | 11 | — | „ | — |
| — des überragenden Haars an dessen Spitze | „ | — | 1 | — | „ | — |
| Höhe vom Widerrüst bis zum Boden | 3 | — | „ | — | „ | — |
| — vom Kreuz bis zum Boden | 3 | — | 1 | — | „ | — |
| Umfang des Halses in der Mitte | 1 | — | 9 | — | „ | — |
| — des Vorderleibes | 3 | — | 5 | — | „ | — |
| — des Hinterleibes | 3 | — | 6 | — | „ | — |
| Länge der *Scapula* (¹) | 0 | — | 9½ | — | „ | — |
| Breite derselben | 0 | — | 5 | — | „ | — |
| Höhe der *Spina* | „ | — | 1 | — | „ | — |
| Länge des Oberarmbeins | „ | — | 8 | — | „ | — |
| — des Unterarmbeins vom Ellenbogen an | „ | — | 12 | — | „ | — |
| — der Röhre vom Handgelenk bis zur Fessel | „ | — | 7 | — | „ | — |
| — der Fessel | „ | — | 3 | — | 4 | — |
| — der Vorderhufe oben | „ | — | 3 | — | „ | — |
| — — — unten | „ | — | 4 | — | 3 | — |

(¹) Die Maaſse sind von den, in der übersandten Haut steckenden Knochen genommen.

| | | Fufs | | Zoll | | Linien. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Länge der Afterhufe | „ | Fufs | 1 | Zoll | „ | Linien. |
| Breite derselben | „ | — | „ | — | 9 | — |
| Länge des Oberschenkelbeins | „ | — | 10 | — | „ | — |
| — der Schiene vom Knie bis zum Hacken | „ | — | 11 | — | 6 | — |
| — der Röhre vom Hacken bis zur Fessel | „ | — | 12 | — | „ | — |
| — der Fessel | „ | — | 3 | — | „ | — |
| — der Hinterhufe oben | „ | — | 2 | — | 3 | — |
| — — — unten | „ | — | 3 | — | 4 | — |
| — Afterhufe | „ | — | „ | — | 9 | — |
| Breite derselben | „ | — | 1 | — | „ | — |

Die Beschaffenheit der Hörner an diesem Thier führt auf die sehr nahe liegende Vermuthung, es sei der *Strepsiceros* des Plinius, der allein unter den alten Schriftstellern diesen Namen gebraucht und aus dessen Angaben man schon sehr vielerlei andre Thiere dafür gehalten hat. In der oben (S. 202) angeführten Stelle, nennt Plinius nämlich auch den *Strepsiceros* unter den wilden Ziegen, die jenseits des (mittelländischen) Meeres zu Hause gehören. An einer andern Stelle, wo er von der Verschiedenheit der Hornbildung spricht ([1]), bezeichnet er den *Strepsiceros* genauer, und obgleich nur mit wenigen Worten, doch so deutlich, dafs man sich billig wundern mufs, wie seine Worte so arg haben gemisdeutet werden können. Wäre unser Thier früher bekannt gewesen, so hätte es keinem einfallen können, das kretische Schaf oder die indische *Cervicapra*, oder das südafricanische *Kudu* eins um das andre für den *Strepsiceros* des Plinius zu halten; denn seine Ausdrücke, die durch die bestimmten Gegensätze, in denen sie gebraucht werden, ganz den Werth von Kunstausdrücken gewinnen, lassen sich vollkom-

---

([1]) *Lib.* XI, *cap.* 37. *Cornua multis quidem — variis data sunt modis. Nec alibi maior naturae lascivia. Sparsit haec in ramos, ut cervorum. Aliis simplicia tribuit ut in eodem genere subulonibus ex argumento dictis. Aliorum finxit in palmas, digitosque emisit ex iis, unde platycerotas vocant. Dedit ramosa capreis sed parva. — Convoluta in anfractum arietum generi, ceu caestus daret; infesta tauris. — Rupiccapris in dorsum adunca, damis in adversum. Erecta autem, rugarumque ambitu contorta et in laeve fastigium exacuta (ut lyras diceres) Strepsiceroti, quem Addacem Africa appellat.*

men als Diagnose unseres Thieres anwenden: *Cornua erecta, rugarum ambitu contorta et in laeve fastigium exacuta.* Beim kretischen Schaf nämlich sind sie nicht *erecta,* bei der *Cervicapra* fehlt das *laeve fastigium,* da sie bis an die Spitze geringelt sind, und am *Kudu* fehlen die Runzeln und die gerade Zuspitzung. Obgleich wir also keine genauere Angabe von den übrigen Merkmalen des *Strepsiceros* haben, stehe ich doch nicht an, sowohl wegen des Fundortes, als wegen der Merkmale, die besser als hier nirgend zutreffen können, zu glauben, Plinius habe das hier beschriebene Thier mit dem Namen *Strepsiceros* gemeint. Doch läfst die Frage allerdings noch eine nähere Erörterung zu. Denn obgleich der Name bei Niemand, aufser dem Plinius vorkommt, so finden sich doch noch auch sonst Hindeutungen auf ähnliche Thiere, z. B. beim Oppian (1):

> *Αἰγῶν δ' αὖτε πέλει προβάτων τε πανάγρια φῦλα·*
> *οὐ πολλῷ τούτων οἴων λασίων τε χιμαιρῶν*
> *μείζονες, ἀλλὰ θέειν κραιπνοὶ σθεναροί τε μάχεσθαι*
> *στρεπτοῖσι κεφαλῆφι κορυσσόμενοι κεράεσσι.*

wo nur freilich sich eben nicht mehr beweisen läfst, als Oppian habe nicht das kretische Schaf damit gemeint, da er hier von wilden Arten redet und eines zahmen kretischen Schafes später (v. 377.) ausführlicher gedenkt, das er als gelbroth von Farbe, grobhaarig und vierhörnig beschreibt. Man sieht, der Dichter hat kein sehr bestimmtes Bild von diesen Thieren mit gewundenen Hörnern, und es würde kaum der Mühe werth sein, diese Stelle anzuführen, wenn sie nicht später zur Erklärung des *Strepsiceros* beim Plinius so oft mit zu Hülfe genommen wäre.

Der Erste der eine solche Deutung versuchte, war Pierre Bellon, als er auf seiner Reise im Orient (von 1546-49) auf der Insel Kreta zahme Schafe mit gewundenen Hörnern angetroffen hatte. Die Hirten am Berge Ida nannten diese *Striphoceri,* wodurch Bellon zuerst verleitet worden sein mag, sie für einerlei mit dem *Strepsiceros* zu halten. Seine Beschreibung und ein beigefügter Holzschnitt, die von Gefsner, Aldrovand und vielen andern wiederholt sind, beweisen indessen deut-

(1) Κυνηγ. II, v. 326.

lich, dafs dies kretische Thier nicht das unsrige gewesen sein könne; ja es wird daraus sehr wahrscheinlich, dafs Bellon noch etwas ganz andres vor sich gehabt habe, als was seit Brissons Zeit das kretische Schaf genannt ist [1]. Indessen giebt Gefsner, nachdem er in seiner *Historia animalium* (I, *p.* 323) den *Strepsiceros* mit wenigen Worten abgehandelt, in den *Iconibus animalium quadrupedum* (*p.* 37.), das vergröfserte Bellonsche Bild nebst den Hauptsachen der Beschreibung, fügt noch die Stelle aus dem Plinius bei, und redet nun von einer andern Art *Strepsiceros,* von deren Gehörn ihm Joh. Cajus Abbildung und Beschreibung aus England übersandt hatte und die er ausführlich mittheilt. Dieser *Strepsiceros* des Cajus (wie er seitdem genannt wird) ist kein andrer, als der ächte des Plinius, und die ganze Stelle um so wichtiger, als es beinahe die einzige Notiz von dieser Antilope ist, die, bis auf die oben von mir gegebene Beschreibung derselben, sich in irgend einem Buche vorfindet. Denn, ob das einzelne Horn, nach dessen Kenntnifs Herrmann [2] seine *Antilope torticornis* aufstellte, für das des ächten *Strepsiceros* zu halten sei, läfst sich aus der kurzen Beschreibung nicht mit Sicherheit abnehmen. Aber wahrscheinlich wird es allerdings aus der Gleichheit der angegebenen Verhältnisse. An der Uebereinstimmung jenes *Strepsiceros* des Cajus mit unserm *Addax,* läfst sich dagegen auf keine Weise zweifeln, da nicht nur die Abbildung des

---

[1] Es heifst nämlich ausdrücklich, die Hörner seien nicht *inflexa nec contorta, sed omnino erecta, ut Unicornu, in ambitu canaliculata,* aber am Ende des Capitels: *cornua recta canaliculata, et cochleae in modum contorta.* Die Abbildung von welcher Bellon ausdrücklich versichert, dafs sie nicht von einem andern Autor entlehnt, also von ihm nach der Natur gegeben sei, stellt an einer gewöhnlichen Schafgestalt die Hörner gerade, dick, stumpf, kürzer als der Kopf und schraubenförmig dar. Ganz willkührlich setzt Brisson seiner Diagnose die Nebenbestimmung hinzu, die Hörner seien spiralförmig gewunden, womit er vielleicht nicht mehr als eben das Schraubenförmige gemeint hat. Aber dieser Ausdruck ist Ursache geworden, dafs man das ungarische Schaf (den bekannten Zackelbock), für einerlei mit dem kretischen Schaf gehalten, was aber immer nur nachgesprochen, nirgends erwiesen ist, denn meines Wissens hat seit Bellon Niemand aus eigner Ansicht von der Schafrace am Berge Ida berichtet. Eine der Bellonschen sehr ähnliche Darstellung geradhörniger Schafe findet sich in der *Description de l'Egypte Antiquités, Vol.* IV, *tab.* 68. *f.* 13.

[2] *Observationes zoologicae p.* 87.

Gehörns vollkommen zutrifft, sondern auch die von Cajus angegebenen Maafse dieselben sind, die ich oben von dem Gehörn des *Addax* gegeben habe.

Nichtsdestoweniger hat eben diese Stelle zu neuer Misdeutung Veranlassung gegeben. Denn als Kämpfer (der bis 1694 reiste) die erste Nachricht von der schönen indischen Antilope gegeben [1], die er *Capricerva* und *Cervicapra* nennt und die nachmals unter letzterem Namen in die Systeme eingeführt worden, glaubten Alle darin den *Strepsiceros Caïi* zu erkennen und es ward Gebrauch, sie gemeinschaftlich zu den Namen zu citiren, die man für die unbekannten indischen wilden Ziegen bereit hatte. Man darf nur die unterschiedenen Ausgaben des Linné'schen Natursystems unter einander vergleichen, um sich zu überzeugen, wie schwankend und unsicher das Urtheil über diesen Gegenstand damals gewesen und wie wenig es der Mühe werth sein könne, die vielfachen Irrthümer und ihre Ursachen noch genauer zu erörtern. Genug die *Cervicapra* ward mit dem *Strepsiceros* verwechselt, weil man auf die Gestalt und die Vertheilung der Ringe an dem Gehörn zu wenig achtete und entweder den Beschreibungen und Abbildungen der beiden alten Reisenden zu wenig Genauigkeit zutraute, oder auch selbst nicht genau genug in der Vergleichung ihrer ganz bestimmten und richtigen Ausdrücke war. In diesen Fehler verfällt auch Buffon, indem er ein einzelnes Horn unsers ächten *Strepsiceros*, das sich im Naturalienkabinet des Königs von Frankreich vorfand, neben dem Gehörn der indischen *Cervicapra* beschreibt und abbildet [2] und es als eine blofs zufällige Abweichung betrachtet, ohne der ganz übereinstimmenden Abbildung bei Gefsner daneben zu erwähnen. Buffon kennt auch schon das Gehörn des capischen *Kudu* (irrig von ihm *Condoma* genannt) [3], und hält nun dieses aus vielen jetzt leicht zu widerlegenden Gründen für dem *Strepsiceros* des Cajus angehörig [4], als wenn es unmöglich noch eine dritte von beiden unterschiedene Art mehr geben könnte.

---

(1) *Amoenitates exoticae p.* 398. *et p.* 407. *f.* 1.
(2) *Hist. nat.* XII, *p.* 275. *tab.* 36. *f.* 2.
(3) Man vergleiche Pallas *Spicil. zool. fasc.* XII, *p.* 67.
(4) *Hist. nat.* XII, *p.* 301. *tab.* 39.

So betrachtet es nun auch Pallas, als er ein vollständiges Fell dieses südafricanischen Thieres bekommt und danach eine ausführlichere Beschreibung desselben (a. a. O.) entwirft. Er macht dabei den Fehler, dafs er dasselbe mit dem Namen *Ant. Strepsiceros* belegt, der ihm jetzt nicht mehr zu nehmen ist, aber vorsichtiger als Buffon beginnt er seine Beschreibung sogleich mit dem Zweifel, sein *Strepsiceros* sei wohl nicht der des Plinius, doch passe auf keine andre Antilopen-Art die Bedeutung des Namens besser als auf diese. In der systematischen Zusammenstellung wird dann von ihm nach Buffonscher Weise der *Strepsiceros* des Cajus bei dem capischen *Kudu* citirt und die Beschreibung des Plinius auf die indische Antilope angewendet, statt dafs eine genauere Vergleichung sämmtlicher Angaben hier schon hätte lehren können, dafs es noch eine eigene von beiden unterschiedene Art gebe, auf welche die Worte des Plinius besser zuträfen, als auf eine der beiden.

Alle diese Irrthümer sind nun durch das erste vollständige Exemplar, das seit den Zeiten der römischen Imperatoren nach Europa gekommen ist, hinreichend berichtigt. Aber es ergiebt sich daraus noch ein andrer, für die Alterthumsforscher wichtiger Aufschlufs. So vergeblich ich mich nämlich auch bemüht habe, in der reichen Sammlung alt-ägyptischer bildlicher Darstellungen, welche die Königliche Bibliothek besitzt, eine ganze Abbildung des *Strepsiceros* zu finden, wie sie vom *Oryx, Tragelaphus* und der *Dorcas* so häufig vorkommt, so vielfältig stofse ich in diesen Abbildungen auf die Vorstellung der Hörner. Die sogenannten Bockshörner nämlich, die Hörner des Mendes, die auf den Häuptern des Ammon, Phre, Theuth, Mars, Osiris, Horus und Typhon so häufig erscheinen, auch wohl Priester und Könige zieren [1], sind unläugbar nichts andres als die Hörner unsers *Strepsiceros* oder *Addax*. Sie erscheinen immer deutlich gewunden, nie geschweift, wie die Hörner des europäischen Ziegenbocks, immer in dem richtigen Verhältnifs ihrer Gröfse zur Menschengestalt; nur ist ihre Richtung verändert, sie sind mit den Wurzeln gegen einander in eine gerade Linie gestellt, das eine nach hinten, das andere nach vorn ge-

---

[1] Vergl. Tölken, vom Tempel des Jupiter-Ammon, S. 120.

wendet, was entweder geschehn sein mag, damit die Kronen und andere symbolische Zeichen darüber Raum hätten, oder weil auch im altägyptischen Cultus die mit den Wurzeln zusammenverbundnen Antilopenhörner Waffen und Attribute der Priester waren, wie in Indien. Dafs diese Richtung nicht die natürliche sein könne, stellt sich leicht dar, und selbst wenn man sie für Bockshörner halten will, mufs man eine veränderte Stellung derselben zugeben und annehmen. Die auf der zweiten Tafel unter der Abbildung des *Addax* hinzugefügten Götterbilder mögen zur Versinnlichung dieser Bemerkungen dienen.

Da die Griechen den Mendes, Pan nennen, so möchte es die Untersuchung der Alterthumsforscher verdienen, ob des letztern Gestalt nicht vielmehr von unserm *Addax* als vom Ziegenbock entlehnt, scheinen dürfe. Mir kommt es wenigstens vor, als hätten die Bilder des Pan mehr Aehnlichkeit mit jenem; besonders passen die plumpen breiten Hufe, die schiefe Stellung der Augen, die behaarte Stirn, und nur dafs der arkadische Gott die eigentlichen Bockshörner trägt, ist widerstreitend. Sollte nicht vielleicht in dem Bilde dieses jüngsten aller Götter der uralte Mendes wiederholt und seine Gestaltung nur der in Griechenland bekannteren Form des Bockes näher geführt worden sein?

Auch der Apis trägt zuweilen neben seinen oder den Widderhörnern noch die des *Addax*. Auf einer der Papyrusrollen unsrer Königlichen Bibliothek ist ein solches Bild des Apis in bunten Farben, an welchem dabei zugleich der Kopf schmaler, die Hufe breiter wie gewöhnlich vorkommen, und wo die Gestalt des Stieres mit der des *Addax* gleichsam verschmolzen erscheint.

Wir besitzen nun auch die Jungen oder Kälber dieser merkwürdigen Art, eins von etwa vier, das andere von viertehalb Fufs Länge. Man mufs sie sehr genau betrachten, um in ihnen den *Strepsiceros* zu erkennen, und wir haben sie, bevor die Felle ausgestopft waren, eine Zeitlang für eine eigne Art angesehn. Indessen nämlich das Haar viel weicher und feiner, die weifse Farbe reiner, und der Körperbau schlanker und zierlicher ist, zeigen besonders die Hörner grofse Verschiedenheit. Sie sind völlig gerade, an dem gröfseren 9, an dem kleineren $7\frac{1}{2}$ Zoll lang, ohne Ringe und Runzeln, doch keinesweges glatt, sondern unregelmäfsig hin und wieder aufgetrieben, und bestehen aus einer weicheren Hornmasse,

die ein blättriges Gefüge und wenig Glanz zeigt; an ihrem Ende erscheinen sie auffallend stumpf, verlaufen sich übrigens fast parallel und sind an ihren Spitzen nur 5 bis 6 Zoll auseinander. Unsre Exemplare scheinen einige Monate alt zu sein und die Milchzähne stehn vollständig im Unterkiefer. Die diagnostischen Art-Kennzeichen: der dunkle Scheitelfleck, der Haarwirbel im Nacken, von welchem die Mähne ausgeht, der Kehlschopf, die aufgetriebenen Gelenke und die breiten Hufe, verrathen deutlich genug die Abstammung vom *Addax*, von welchem sie nur die Spiefser sind. Sie haben Werth für die Naturgeschichte, insofern sie das frühe Entstehn des Gehörns bei diesen Thieren beweisen und von dessen Anfangs unvollkommner Gestaltung einen Begriff geben, aber sie scheinen mir auch nicht gleichgültig für die Alterthumskunde. Solche Thiere nämlich kommen auch in den ägyptischen Bildwerken vor und unter Umständen, die es interessant machen können, in ihnen die Jungen andrer bedeutungsvoller Thiere wiederzufinden. So stellt z. B. die Bembinische Isistafel (in der zweiten Figur der ersten Tafel bei Pignori) den Horus vor, wie er ein ähnliches Thier opfert. Jablonsky hält es für den *Oryx*, doch ist es dafür viel zu klein im Verhältnifs zur Gestalt des Gottes. Es ist offenbar ein solches Antilopenkalb, und zwar wahrscheinlicher vom *Addax* als vom *Oryx*, weil dieser als unrein wohl nicht zum Opferthier gewählt sein mag. Der Horus hält ein Instrument in der Rechten, das Jablonsky wieder für ein Oryxhorn ansieht, es soll aber wohl unstreitig ein langes, schmales Messer vorstellen, wie man aus ähnlichen Darstellungen von Opfer-Scenen in der *Descr. de l'Egypte* sieht, wo es deutlicher die Form des Opfermessers hat. Ueberall aber sind es junge Thiere, die geopfert werden, zum Theil noch ohne Hörner und statt derselben mit dem bekannten Symbol der doppelten Straufsfeder geschmückt ([1]). Es ist wenigstens wichtig zu wissen, dafs man sich der Hörner wegen die Opferthiere nicht als ausgewachsen zu denken braucht, noch dabei auf ganz neue und unbekannte Thiere zu muthmafsen hat, wenn ihre Gröfse und die Gestalt der Hörner von Bekanntem abweicht. Hätte Salmasius diese Antilopenkälber gekannt, sie würden ihm sehr willkommen gewesen

---

([1]) Man vergleiche *Descr. de l'Egypte, Vol.* I. *tab.* 59. *f.* 5.

sein, um seine Meinung zu unterstützen, dafs der *Subulo* des Plinius [1] etwas vom Hirsch-Spiefser verschiedenes sei.

Der Widerspruch den diese Behauptung gefunden (von Harduin und anderen), hat dem *Subulo* eine gröfsere Celebrität verschafft, als er verdient, da Plinius nichts weiter von ihm sagt, als, er habe gerade Hörner, da also wenig darauf ankommen kann, ob man dies von einem jungen Hirsch, oder von einem unbekannten, sonst durch gar nichts bezeichneten Thier wisse. Unter den vielen Worterklärungen des *Subulo,* bei welchem Plinius wohl offenbar nur an die Pfrieme (*Subula*) denkt (*subulones ex argumento dicti*), kommen die gelehrten Commentatoren auch darauf, dafs *Subulo* tuscisch ein Pfeifer geheifsen haben soll, etwa weil man aus den Röhren-Knochen solcher Thiere, Pfeifen zu machen verstand, wozu sich hier die geraden, hohlen Hörner wohl eben so gut geeignet hätten [2]. Mich wundert aber, dafs keiner daran gedacht hat, den *Subulo* vom *Subus* herzuleiten, den Oppian [3], als ein glattes, weifses Thier mit bräunlichem Kopf und starken Hörnern über der breiten Stirn beschreibt, indessen er nachher noch fabelhaft Klingendes von seinem Amphibienleben und seiner Befreundung mit den Fischen hinzufügt. Das mufs wenigstens ein mit unserm *Addax* nahe verwandtes Thier und im jugendlichen Zustand, kaum von dessen Kalb zu unterscheiden gewesen sein. Ich wüfste aber kaum eine Form eigentlicher Hörner, die mit dem stumpfrunden Geweih des Spiefsers mehr übereinstimmte, als die dieser Kälber, daher eine gleiche Benennung oder eine Uebertragung des Namens mir wohl denkbar vorkommt.

Es ist endlich noch zu bemerken, dafs *Ant. Oryx* und *Addax* zu einer und derselben natürlichen Sippschaft in dieser Gattung gehören. Beide haben dieselbe Körperbildung, kleine Thränensäcke, keine Kniebüschel noch Leistengruben, auch in der Gestalt und Länge des Schwan-

---

(1) Nämlich in der angeführten Stelle *Lib.* XI, *cap.* 37.

(2) Eine Anfrage, die ich wegen dieses Gegenstandes an meinen Gönner, den Herrn Hofrath Böttiger in Dresden, richtete, veranlafste dessen Bemerkungen zu den *Subulonen* des Plinius, in der Amalthea (3r Band, S. 191). Sie kam mir zu spät zu, um sie noch für diese Abhandlung benutzen zu können. Einige Bemerkungen in Betreff dieses Punktes mögen nachher als Anhang folgen.

(3) Κυνηγ. *Lib.* II, *vs.* 382-392.

zes, der Beschaffenheit des Haares, selbst der Farbe stimmen sie überein und sind endlich beide, sowohl im weiblichen als männlichen Geschlecht, gehörnt ([1]).

## III. ANTILOPE DAMA Pall.

### Tab. III. Männchen und Junges. Tab. IV. Weibchen und Junges.

Plinius führt die *Dama* unter den africanischen wilden Ziegen ([2]) an, und bezeichnet sie ([3]) sehr deutlich im Gegensatz gegen die Gemse: *Cornua rupicapris in dorsum adunca, damis in adversum.* Es ist also zu tadeln, dafs man später den Dammhirsch mit diesem Namen bezeichnete, der bei den Alten (auch bei Plinius) immer *Platyceros* und *Euryceros* heifst.

Ein Thier, auf welches das von Plinius angegebene charakteristische Merkmal pafste und auf welches man auch die andern gelegentlichen Erwähnungen der *Dama* bei Horaz, Virgil und Martial beziehen zu können schien, ward erst im Jahr 1750 von Adanson am Senegal entdeckt und nach der von ihm gegebnen Abbildung und Beschreibung von Buffon ([4]) zur allgemeinen Kunde gebracht. Adanson nannte es *Nanguer,* und Buffon fügt hinzu, dafs dies die *Dama* des Plinius sein müsse, weshalb denn auch Pallas es als *Antilope Dama* in sein systematisches Verzeichnifs der Antilopen aufnahm. Seit dieser Zeit ist weiter nichts davon bekannt geworden und selbst die neueren naturhistorischen Werke (z. B. Desmarest's *Mammalogie* von 1823) geben nur Buffon's Beschreibung wieder. Unsre Exemplare sind also die ersten, aus denen eine bessere Kenntnifs dieser merkwürdigen Art hervorgeht.

Zuerst ist es nöthig zu bemerken, dafs der neue Fundort dieser Art, Nubien, indem er eine allgemeine Verbreitung des *Nanguer* durch

---

([1]) Wie sich die neulich von Herrn Otto beschriebene *Ant. suturosa* zu dem *Addax* verhalte, wird in dem Anhange erörtert werden.

([2]) *Lib.* VIII, *cap.* 53.

([3]) *Lib.* XI, *cap.* 37.

([4]) *Hist. nat. Vol.* XII, *pag.* 213. *tab.* 33. *f.* 1. und *tab.* 34.

ganz Nordafrica beweist, Buffon's Vermuthung, es sei die *Dama* des Plinius, allerdings bestätigt, denn nur aus dieser Gegend, nicht vom Senegal, konnten die Römer sie kennen, und auch hier ist keine andre Art anzutreffen, auf welche jene wenigen Worte des alten Natur-Beschreibers besser zuträfen. Aber sehr unvollständig ist trotz der genauen Beschreibung die Kenntnifs, die uns Adanson und Buffon von diesem Thier gegeben. Denn der *Nanguer* ist nur ein halb erwachsenes Junges von der muthmafslichen *Dama*, an welchem eben erst die Spitze des Gehörns hervorgebrochen ist. Daher sind die Hörner so kurz und glatt und mit so wenigen Ringen umgeben, daher an der Wurzel noch so weit hinauf mit Haut und Haar umgeben. Das erwachsene Thier ist aber gar anders gestaltet. Es hat fast die doppelte Gröfse, nämlich 5 Fufs und 4 Zoll ganze Länge, bei einer Höhe von 3 Fufs, einen ungemein dünnen und langen Hals, von braunrother Farbe mit dem charakteristischen weifsen Fleck des *Nanguer* auf der Mitte desselben. Auf dem Widerrüst steht ein Haarwirbel, von welchem aus das Haar gegen den Nacken in einer Strecke von 8 Zoll in verkehrter Richtung hinaufwächst; die rothbraune Farbe des Rückens ist nur etwas heller als die des Halses, sie nimmt die Schultergegend und auf dem Rücken eine Breite von 8 bis 9 Zoll ein und reicht etwa bis auf $\frac{3}{4}$ Fufs vor der Schwanzwurzel hin. Diese Gegend des Hinterrückens, so wie die Seiten des Leibes, die Brust und die Beine, mit Ausnahme der Vorderseiten der Läufe, sind von dem reinsten Weifs. Diese Farbe hat auch der ganze Kopf und Oberhals nebst den schwarz gerandeten Ohren, indessen bei den Jungen die Stirn bis etwa 4 Zoll vor den Hörnern dunkelbraun erscheint, was sich allmählig mit zunehmender Ausbildung des Gehörns verliert. Der Schwanz ist 9 Zoll lang und erscheint auffallend dünn, weil er auf der ganzen Unterseite nackt und nur oben mit kurzen, abstehenden Haaren bedeckt ist, von welchen die äufsersten an Länge nur um weniges die mittleren übertreffen. Am Handwurzelgelenk, dem sogenannten Vorderknie, stehn dicke Büschel von längeren, von den Seiten gegen die Mitte gerichteten Haaren, zwischen welchen sich ein Ohrenschmalzähnliches *Cerumen* in Menge absondert. Die Haut ist hier schwammig und aufgetrieben und ihre Querdurch-

schnitte zeigen unter dem Mikroskop ein sehr zelliges Gefüge [1]. Die Hufe sind von der zierlichsten Beschaffenheit, sehr schmal, platt von den Seiten zusammengedrückt, kurz, doch vorn scharfwinklig zugespitzt und vom feinsten, glänzend schwarzen Horn. Die Afterhufe sind ausnehmend klein und platt, besonders die vorderen, die nur in die Haut eingewachsenen kleinen Hornschwielen ähnlich sehn.

Am mehrsten aber unterscheiden sich die erwachsenen Exemplare von dem *Nanguer* des Buffon durch das Gehörn, das wohl die zugleich zierlichste und kräftigste Bildung hat, die die schöngehörnte Gattung der Antilopen aufweisen kann. Es erhebt sich von der Stirn in einem verhältnifsmäfsig dicken, starkgeringelten Stamm, der sich gleich von der Wurzel nach hinten und aufsen biegt, und allmählig dünner, mit immer flacheren und weiter von einander abstehenden Ringen umgeben, dem Umrifs des Kopfes in mäfsigem Abstand folgt. Wo die Ringe ganz aufhören, krümmen sich plötzlich beide Hörner ihren Wurzeln entgegen nach vorn und innen, und strecken die schön geglätteten scharfen Spitzen vorwärts.

Auf der vorderen Seite nach der Krümmung gemessen, haben sie 12½ Zoll Länge. Die äufserste Spitze selbst ist in gerader Richtung nur 9 Zoll von der Wurzel entfernt. An dieser haben sie 4½ Zoll Umfang, in der Mitte 3½ Zoll, in der Gegend der letzten Krümmung nur 2½ Zoll. Dies sind die Maafse des Männchens. Am Weibchen ist das Gehörn kaum kürzer, aber viel schlanker und dünner und mit weniger auffallend zurückgebogenen Spitzen. Die Zahl der Ringe ist an beiden 18 bis 19, doch sind sie am Männchen ausgewirkter und tiefer.

Genauere Ausmessung.

1) Des Männchens.

| | Fufs | Zoll. |
|---|---|---|
| Länge des Kopfes bis zwischen das Gehörn...... | „ | 8 |
| Von da bis zwischen die Ohren.............. | „ | 4 |
| Von da bis zum Widerrüst.................. | 1 | 8 |
| Von da bis zur Schwanzwurzel............... | 2 | 8 |

[1] Wahrscheinlich finden ähnliche Absonderungen bei allen Antilopen mit Kniebüscheln Statt.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Ganze Länge | 5 | Fufs | 4 | Zoll. |
| Umfang des Kopfes durch die Augen | 1 | — | 5 | — |
| — des Halses | „ | — | 11½ | — |
| — des Vorderleibes | 3 | — | „ | — |
| — des Hinterleibes | 2 | — | 9½ | — |
| Länge des Horns auf der Krümmung | „ | — | 12½ | — |
| Entfernung der Spitze von der Wurzel | „ | — | 9 | — |
| Abstand beider Hörner an der Wurzel | „ | — | 1½ | — |
| — beider Hörner in der Gegend der stärksten Krümmung | „ | — | 8½ | — |
| — der beiden Spitzen von einander | „ | — | 7 | — |
| Länge der Ohren | „ | — | 6 | — |
| — des Schwanzes | „ | — | 9 | — |
| Vordere Höhe | 3 | — | „ | — |
| Hintere Höhe | 3 | — | 1 | — |
| Länge des Unterarms | 1 | — | 1 | — |
| — des Laufes | „ | — | 10 | — |
| — der Fessel | „ | — | 3 | — |
| — der Hufe (unten) | „ | — | 1½ | — |
| — des Unterschenkels | 1 | — | 2 | — |
| — des Laufes | 1 | — | 2 | — |
| — der Fessel | „ | — | 3 | — |

2) Des Weibchens.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Länge des Kopfes bis zwischen die Hörner | „ | Fufs | 7½ | Zoll. |
| Von da bis zwischen die Ohren | „ | — | 4 | — |
| Von da bis zum Widerrüst | 1 | — | 7 | — |
| Von da bis zur Schwanzwurzel | 2 | — | 7½ | — |
| Ganze Länge | 5 | — | 2 | — |
| Umfang des Kopfes | 1 | — | 3 | — |
| — des Halses | 1 | — | „ | — |
| — des Vorderleibes | 2 | — | 8 | — |
| — des Hinterleibes | 2 | — | 8½ | — |
| Länge des Gehörns auf der Krümmung | 1 | — | „ | — |
| Entfernung der Spitze von der Wurzel | „ | — | 10½ | — |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Entfernung der Spitzen von einander . . . . . . . . . . | „ Fufs | 6½ | Zoll. |
| Länge der Ohren . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | „ — | 6 | — |
| — des Schwanzes . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | „ — | 8 | — |

Die Längen der Extremitäten um ein Geringes kleiner als beim Männchen.

---

So wie es nach Obigem nur aus der zur Zeit noch fortbestehenden Unbekanntschaft mit einem Thier, von ähnlicher Gestalt der Hörner, gerechtfertigt werden kann, wenn man dies Thier für die *Dama* des Plinius zu halten fortfährt, so ist es nun freilich auch gar wohl möglich, dafs unter dem *Pygargus* der alten Schriftsteller wiederum nur dies nämliche Thier zu verstehen sei. Unter den nordafricanischen Antilopen ist mir weiter keine bekannt, die Anspruch auf den Namen *Pygargus* machen könnte, und eine nähere Beschreibung derselben fehlt uns. Dafs aber *Pygargus* und *Dama* bei Plinius etwas unterschiedenes bedeuten, wird freilich daraus wahrscheinlich, dafs er beide einander entgegensetzt, wenigstens sie neben einander nennt. Auf jeden Fall ist indessen gewifs mit Unrecht der Name *Pygargus* auf den südafricanischen *Blefsbock* angewendet, der selbst dort einen sehr eingeschränkten Standort einnimmt und sich wenigstens nicht weit nach Norden verbreitet.

Nur selten erscheint in antiken Darstellungen eine Thiergestalt, in der man unsre *Dama* wieder erkennen könnte. Man darf wenigstens wohl nicht jede Antilope mit langem, dünnem Hals dafür halten, da dieses Kennzeichen auch zu oft einem Fehler des darstellenden Künstlers zugeschrieben werden mufs, wenn sonst Gründe zum Verdacht geringerer Treue vorhanden sind. Am unverkennbarsten erscheint die *Dama* in einem antiken Cameo aus der Sammlung des Herrn Grafen von Einsiedel, von welchem Caylus schon vor sechszig Jahren eine Abbildung lieferte (¹), den mir aber Herr Hofrath Böttiger in einer besseren Zeichnung mitgetheilt hat. Hier ist der *Orpheus*, von vielen Thieren umgeben, vorgestellt, die seinem Spiel zu lauschen scheinen. Die hinter dem Kopf des *Orpheus* stehende Figur, unmittelbar über

---

(¹) *Recueil d'Antiquités, Tom.* IV, *Pl.* 48. *fig.* 1.

dem Pferd (es ist die fünfte vom Löwen aufwärts gezählt), hat in ihrem Verhältnifs zu den übrigen Thieren, in den Umrissen des Kopfes, in dem Schwung des Gehörns und der Länge des Halses soviel Uebereinstimmendes mit der Gestalt unsrer *Dama*, dafs wohl kaum ein Zweifel übrig bleiben kann.

Noch kann ich nicht mit Stillschweigen übergehn, dafs der Name, den Plinius diesem Thier giebt, auch bei arabischen Schriftstellern ähnlich klingend vorkommt. Unter den drei unterschiedenen Arten von Gazellen, welche der arabische Schriftsteller Damir anführt, ist eine von weifser Farbe mit schneeweifsem Bauch und langem Hals, (also höchst wahrscheinlich die *Dama*) und diese heifst *Adam* ([1]). In den handschriftlichen Nachrichten, welche die Herren Hemprich und Ehrenberg uns über die nubischen Thiere mitgetheilt haben, lautet der arabische Name der *Dama*: *Addra*. Man könnte auf ein Mifsverständnifs muthmafsen, wenn der Name *Adam*, der sonst bekanntlich auch im Arabischen Mensch bedeutet, nicht auch bei den Lexicographen in ähnlicher Bedeutung vorkäme ([2]).

## IV. ANTILOPE DORCAS Pall. Tab. V.

Eine der zierlichsten und sowohl von Seiten der Farbe als des Gehörns, schönsten Arten der Gattung und zugleich die am weitesten im nördlichen Africa verbreitete und in den zahlreichsten Heerden anzutreffende Art, daher auch am häufigsten, sowohl lebend als todt nach Europa gebracht, in allen Werken deutlich beschrieben und von Linné zuerst richtig mit dem Namen *Dorcas* in Beziehung auf die Hauptstelle bei Aelian ([3]) in das System eingeführt. Die Beschreibung, welche Aelian von seiner *Dorcas* giebt, ist so deutlich und vollständig, dafs sie keine Misdeutung erlaubt. Was Plinius ([4]) bei den Thieren die-

---

([1]) Bochart *Hierozoïc. Lib.* III. *cap.* 27, p. 962.

([2]) Z. B. Bei Giggejus, Meninsky, Richardson, Wilkins. Auch *Adra* wird bei diesen durch: *weifse Ziege* übersetzt.

([3]) *De Nat. anim. Lib.* XIV, *cap.* 14.

([4]) *Hist. anim. Lib.* VIII, *cap.* 58. *Lib.* XXVIII, *cap.* 11. *et Lib.* XXIX *et* XXX.

ses Namens anführt, widerspricht wenigstens nicht der allgemein angenommenen Vermuthung, dafs er dasselbe darunter verstehe; es bezieht sich übrigens, was er sagt, hauptsächlich nur auf ihr Vaterland, als welches er auch ganz richtig Klein-Asien angiebt und die schon im Namen ausgedrückte Eigenschaft des hellsehenden und klaren Auges, weshalb denn vorzüglich in den letzten Büchern unter den Heilmitteln gegen Augenkrankheiten u. s. w. häufig der Dorcaden gedacht wird. Was andere Schriftsteller unter den ähnlich klingenden Namen *ἴορκος, δόρκος, δορκῶν, δορκάδιον* und *δόρξ* verstehn, ist nicht leicht auszumitteln. Die Mehrsten mögen sich eben nichts andres als die *Dorcas* dabei denken, doch wird auch zuweilen bestimmt Unterschiedenes darunter verstanden. So ist der *ἴορκος* des Oppian (*Cyneg.* II, *vs.* 296.) sehr deutlich der den Römern wohlbekannte *Axis* oder Gangeshirsch (man sehe Plinius *Lib.* VIII, *cap.* 31.), den Oppian auch unter den Hirschen aufführt, Schneiders Uebersetzung durch *Dama* also falsch, indem weder die *Dama* des Plinius, noch der unmittelbar vorher beschriebene Dammhirsch (*Euryceros*) darunter verstanden werden kann. Weiterhin (*vs.* 315.) meint Oppian mit *δόρκος* unleugbar das Reh, indem er sagt, es sei die Art muthwilliger (*ἀκοστάτων*) Thiere, die Allen nach Gestalt und Gröfse hinreichend bekannt, keiner Beschreibung bedürfe. Ueberall stofst man auch sonst auf Verwechselung der *Dorcas* mit dem Reh, besonders in den Uebersetzungen der Bibelstellen, die dieses Thieres gedenken. Zuweilen scheint auch sogar *δόρκων* und *δράκων* verwechselt zu werden, und in dieser Beziehung ist es interessant, dafs bei Plinius zweimal unter den abergläubigen Heilmitteln das Herz und der Schwanz des Drachen in der Haut der *Dorcas* mit Hirschsehnen auf den leidenden Theil zu befestigen, vorkommen ([1]). Das Uebrige ist bei Buffon (unter dem Abschnitt *Gazelle*) und bei Pallas zu finden, welche beide noch die schwächer gehörnten Weibchen als besondre Arten unter den Namen

---

([1]) Sehr deutlich ist die Verwechselung von *δόρκων* und *δράκων* in der von Bochart (*Lib.* III. *cap.* XXVI, *p.* 933.) angeführten Nachricht des Philostorgius (*Lib.* III, *cap.* 11.), über das von demselben in Constantinopel gesehene Einhorn, welches den Kopf eines *δράκων* gehabt haben soll.

*Kevella* und *Corinna* aufführen, was ich schon vor zwölf Jahren berichtigt habe und seitdem allgemein als irrig angenommen worden ist.

Unsere Reisende haben uns achtzehn Exemplare dieser Art zugeschickt, was beweist, dafs sie in Nubien sehr häufig und in grofsen Gesellschaften zu finden sein mufs. Es sind Männchen, Weibchen und Junge. Letztere sind aus drei unterschiedenen Zeiten des Jugendlebens in der Abbildung *Tab.* V. dargestellt. Die ganz jungen Kälber, bis sie ein Drittheil der ihnen bestimmten Leibesgröfse erlangen, sind ungehörnt und so kommen sie in den Bildwerken auch immer als Opferthiere vor, z. B. in der Opferscene an den Ruinen des Tempels von Edfou (*Apollinopolis*) die aus der *Descr. de l'Egypt. Vol.* I. *tab.* 59. *fig.* 5. unter unsrer fünften Tafel zur rechten Seite wiederholt ist. Vor dem thronenden Sonnengott (Phre) opfert hier ein Jüngling, dessen Haupt die Mendeshörner zieren, eine junge Antilope; statt der Hörner trägt diese auf dem Kopf den bekannten heiligen Schmuck, in welchem Hirt und Tölken eine rückwärts gekrümmte Straufsfeder erkennen. Bei den halberwachsenen Jungen stehn die Hörner mit dem letzten aufwärts und vorwärts gekrümmten Enden aus der Stirn vor und scheinen auf den ersten Anblick diese Thierchen zu einer ganz eignen Art zu machen. Man braucht aber die Sache nur genau zu erwägen und mit der Ausbildung des Gehörns an unsern wiederkäuenden Hausthieren zu vergleichen, um sich zu überzeugen, dafs das schöne leierförmige Gehörn der *Dorcas* in seiner ersten Entwickelung nicht anders aussehen könne. Vollends beweisend ist dann ein horniger Bast, der die Wurzeln dieser jungen Hörner umkleidet und aus welchem nach und nach die Ringe, zumal an den männlichen Individuen deutlich hervorbrechen. Die Verschiedenheit des Gehörns nach dem Geschlecht ist auch sonst durch die Kleinheit und Dünne desselben an den weiblichen Thieren, gleich in der Jugend ersichtlich. Es ist dies übrigens ein Punkt, der von den neueren Systematikern noch gar nicht berücksichtigt worden und viele der von Herrn Blainville zum Theil nach blofser Ansicht des Schädels als neu beschriebene Arten z. B. *Ant. acuticornis*, *naso maculata* und *Landiana* dürften bei genauerer Untersuchung, sich als Kälber schon bekannter Arten nachweisen lassen.

Die *Dorcas* war das der Isis geheiligte Thier ([1]). Wir finden sie daher in den ägyptischen Bildwerken häufiger als irgend eine andere vorgestellt, immer in richtigem Verhältnifs zu den Menschengestalten und durch die Hörnerform so bezeichnet dafs sie auch ohne Andeutung der Farben überall leicht zu erkennen ist. Die schönste Vorstellung dieses Thiers findet sich aber auf einer der Papyrus-Rollen unsrer Bibliothek in einem farbigen Bilde nach ziemlich grofsem Maafsstab. Es ist ein männliches Thier das auf den Hinterfüfsen hockend vorgestellt ist, mit aufgerichtetem Leibe, die Vorderfüfse frei schwebend. Diese gezwungene Stellung und den beigefügten symbolischen Spitzbart abgerechnet, ist die Abbildung in allen Theilen so getreu wie man sie in wenig naturhistorischen Kupferwerken findet. Dafs es die Hörner dieses Thiers sind, welche sich als Attribut an dem Kopfe der Isis, die Sirius-Scheibe umfassend, so häufig finden und die in Beziehung auf diese Göttin auch wohl an andern Göttergestalten vorkommen, ist allgemein anerkannt. Wäre noch ein Zweifel, so würde er durch eben jene Papyrus-Rolle gehoben, auf welcher nicht weit von dem Thier die Göttin mit dessen ganz gleichgebildeten Hörnern geschmückt, erscheint. Diese Darstellung ist mir merkwürdig genug vorgekommen, um sie auf der V^ten Tafel unter dem Bilde der *Dorcas* zu wiederholen.

Eine der *Dorcas* sehr ähnliche Art lebt im südlichen Africa: der sogenannte Springbock *Ant. Euchore Forst.* Sie ist durch viele Kennzeichen unterschieden hauptsächlich aber wieder durch die fast doppelte Gröfse und durch viel bestimmtere und an den dunkeln Stellen gesättigtere Färbung.

Eben so scheint auch die mittel-asiatische Form, die der *Dorcas* entspricht, die nämlich, welche Güldenstedt zuerst unter dem Namen *Ant. subgutturosa* bekannt machte, wirklich eine wesentlich verschiedene Art zu sein, wenn es gleich schwer halten möchte, aus den mangelhaften Beschreibungen, die davon vorliegen, eine recht bestimmte Diagnose zu stellen ([2]). Gewifs aber von beiden verschieden ist eine zierliche

---

([1]) Aelian *de nat. anim. Lib.* X, *cap.* 23. *Horapollo Hierogl.* I, 49. Vgl. Tölken vom Tempel des Jupiter Ammon in Minutolis Reise S. 127.

([2]) Man vergleiche Desmarets *Mammalogie p.* 455, wo ausdrücklich angeführt

Art, welche unsre Reisenden an der Ostseite des rothen Meeres entdeckt und mit dem Namen *Ant. arabica* belegt haben. Eine dunklere Färbung, ein nach Verhältnifs höheres, gestrecktes Gehörn, mit weiter von einander abstehenden Ringen, besonders aber ein grofser schwarzer Fleck mitten auf der Nase sind die Hauptkennzeichen, die aber erst nach einer genauen Vergleichung mehrerer Exemplare in recht bestimmten Ausdrücken angegeben werden können. Die Herren Hemprich und Ehrenberg waren sogar Anfangs geneigt, mehrere Abweichungen in der Länge und Stärke des Gehörns, die sie an den Dorcaden in Sennaar bemerkten, als Kennzeichen mehrerer darunter versteckt liegender Arten anzunehmen, kamen indessen nachmals von dieser Annahme zurück und machen jetzt nur darauf aufmerksam, wie sehr die Hornbildung und Färbung dieser zierlichen Thiere innerhalb gewisser Grenzen wandelbar sei. Die genaueren Angaben dieser Varietäten müssen also späteren Mittheilungen vorbehalten bleiben, da sie erst aus den mündlichen Berichten unsrer Freunde vollständig zu schöpfen sein werden.

---

wird, Herr Cuvier halte die Kennzeichen der *A. subgutturosa* nicht für bestimmt genug, um sie danach von der *Dorcas* zu unterscheiden.

Anhang.

# Anhang.

Es sei mir erlaubt, hier einige Bemerkungen folgen zu lassen, die sich mir während des Druckes dieser Abhandlung aufdrängten, die ich aber nicht einzustreuen wagte, weil mir daran liegen mufste, dafs meine Arbeit dieselbe bleibe, die ich vor zwei Jahren der Akademie vorgelegt und deren Bekanntmachung sie beschlossen hatte.

Zuerst ist mir schon damals von einigen Freunden der Vorwurf gemacht worden, dafs ich bei den Zweifeln an der Existenz eines nach seiner ursprünglichen Bildung einhornigen wiederkäuenden Thieres, der neueren Angaben von einer Wiederentdeckung des wahren Einhornes hätte erwähnen sollen. Ich kann aber diese in einigen englischen Zeitschriften enthaltenen Nachrichten nicht für beweisend ansehn, sondern nur (wie ich auch gethan) zugeben, dafs man Jeden gewähren lassen müsse, der sich auf eine solche Wiederentdeckung noch Hoffnung machen will. Die eine dieser Nachrichten, mitgetheilt vom Major Latter [1], beruht ganz auf Aussagen von wenig unterrichteten Eingebornen in Nepaul, die ein zweihufiges Thier von der Gröfse des Pferdes, mit einem langen gekrümmten Horn an der Stirn, kennen wollen, das weit von ihrem Wohnort (30 Tagereisen von Lassa) in der grofsen Tartarei heerdenweise lebe und sehr wild, aber efsbar sei. Die rohe Abbildung, die ein Tibetaner aus dem Gedächtnisse zu seinem Bericht entwarf, kann unmöglich grofsen Werth für die Naturgeschichte haben und die Vermuthung liegt sehr nahe, dafs auch dieses sogenannte tibetanische Einhorn nur eine zufällig einhornige Antilope sei, wie sie schon Pallas kannte. Die andere von dem Missionär Campbell [2] aus dem Innern Africa's herrührende Nachricht spricht ganz deutlich von einem sehr grofsen Rhinoceros, denn des Thieres Kopf hatte fast 3 Fufs Länge und das gerade Horn safs 10 Finger breit über der Nase; auch nannten die Eingebornen es ein Nashorn.

---

(1) *Quarterly Review, Dec.* 1820. und *Asiatic Journal, Vol.* XI, *pag.* 154.

(2) *Asiatic Journal, Vol.* XII, *p.* 36.

2) Eine unserm *Addax* sehr nahe verwandte Antilopen-Art ist im vorigen Jahr von Herrn Otto unter dem Namen *Ant. suturosa* beschrieben und abgebildet worden ([1]). Sie hat zwar geringere Gröfse, aber dieselben Verhältnisse und ist dem *Addax* in der Hornbildung und dem charakteristischen weifsen Querstreif über dem Nasenrücken so ähnlich, dafs man sich bald dazu verstehn würde, beide für Wesen einer und derselben Art anzuerkennen, wenn nicht das Haar, sowohl durch seine dunkle Farbe, als auch durch seine ausnehmende Länge und die sehr ins Auge fallenden Näthe die es bildet, die auffallendsten Abweichungen darböte. Indessen darf dabei nicht vergessen werden, dafs dieses Thier in einem früheren Alter aus Aegypten nach Europa gebracht wurde. Der Thierhändler Advinant kaufte es im Jahr 1822 in Venedig von Pilgrimen, die über Alexandrien aus Palästina zurückkehrten. Derselbe hat mir noch bei seinem letzten Besuch in Berlin (April 1826) erzählt, dafs das Thier damals zwar schon dunkel gefärbt, aber nur schwach behaart gewesen, jedoch schon im ersten Winter eine reichere Behaarung gewonnen habe, wobei die so charakteristischen Haarnäthe zum Vorschein gekommen seien. Zu Anfang des Jahres 1824 kam er damit nach Breslau, wo Herr Otto es sah und das Versprechen erhielt, es, falls es stürbe, für das dortige Museum zu bekommen. Der Tod des Thiers erfolgte im Sommer desselben Jahrs zu Marienwerder, von wo aus es nach Breslau gesandt wurde, wo es geschickt ausgestopft ist und meinem Freunde zu der oben erwähnten Abhandlung gedient hat.

Est ist kein ungewöhnlicher Fall, dafs dünnbehaarte Säugethiere aus warmen Ländern in unserem rauheren Klima sich mit reichem Pelz bedecken, und besonders scheint dies die Wiederkäuer zu treffen.

Der in Italien fast nackte Büffel gewinnt in unserm Lande ein langes glänzendes Haar, wie die schönen Exemplare, welche auf Befehl Seiner Majestät unsers Königs, auf der Pfauen-Insel unterhalten wurden und von welchen das gröfste noch jetzt im zoologischen Museum aufbewahrt wird, beweisen können. Zwei bactrische Kamele, die der Kosacken-Hettmann, Graf Platow, im Jahr 1809 Ihrer Majestät der verewigten Königin verehrte und die schon im Frühling 1810 in Berlin

([1]) *Nova acta Acad. Caes. Leopold. Nat. Curios. Vol.* XII. *P.* 2, *pag.* 521.

starben und seitdem ebenfalls das zoologische Museum zieren, zeigen einen so reichen Pelz, wie man an denselben Thieren in ihrem Vaterlande nie zu sehn bekommt. Die Beispiele der veredelten Schaafe und Ziegen, deren Zucht bei uns, und was letztere betrifft, besonders in Gebirgsgegenden so vorzüglich gelingt, beweisen die vom Klima abhängige Veränderung des Haarwuchses eben so sehr, als die entgegengesetzte Erfahrung, dafs europäische Thierformen in den Steppen-Gegenden dünnbehaart und schmächtig erscheinen, so dafs man z. B. in dem Fuchs, der Katze, dem Hasen der libyschen Wüste, die unsrigen wieder zuerkennen sich nicht leicht entschliefst.

Es ist daher wohl glaublich, dafs diese *Ant. suturosa* sich zu dem *Addax* nur als Varietät verhalte; doch will ich dabei nicht verschweigen, was sich auch gegen diese Meinung beibringen läfst. In der Abbildung nämlich zeigt jene nicht die breiten Hufe des *Addax* und in der Beschreibung würde ein so trefflicher Beobachter, wie Otto ist, davon in bestimmteren Ausdrücken gesprochen haben, wenn diese Breite der Hufe vorhanden wäre. Demnächst finde ich an unserm Exemplar des *Addax* auch nicht eine Spur von den Näthen, die hier so sehr bezeichnend erscheinen. Alles Haar auf dem Rücken und an den Seiten ist glatt anliegend, mit den Spitzen nach hinten gerichtet und der erwähnte Haarwirbel im Nacken der einzige, den ich an dem Thier entdecken kann. Dies mag zum Theil wohl der ungemeinen Dünne und Kürze des Haars mit zugeschrieben werden müssen, im Uebrigen finde ich aber auch, dafs die Haarnäthe an den andern Antilopen variiren. So hat das männliche Junge der *Dama* am Oberhals nicht das rücklaufende Haar, auf dem Widerrüst nicht den Wirbel, den die andern drei Exemplare zeigen, und eben so ist Verschiedenheit der Wirbelstellen bei einigen südafricanischen Antilopen. Man hat sich daher wahrscheinlich wohl in Acht zu nehmen, dafs man die Haarnäthe und Wirbel nicht überall zu diagnostischen Merkmalen erhebe.

Nach Allem diesen mufs es nun fürerst noch zweifelhaft bleiben, ob die *Ant. suturosa* als eine eigene Art betrachtet werden dürfe. Wiewohl mir gleich bei den ersten Mittheilungen, die mir Herr Otto darüber machte, die überwiegenden Gründe für das Gegentheil zu stimmen schienen, so mufste es mir doch sehr willkommen sein, dafs mein

Freund seine Beobachtung öffentlich bekannt machte, und ich rieth selbst dazu, sie fürerst als neue Species aufzustellen, damit die künftige, genauere Untersuchung dadurch um so mehr angeregt werde.

3) Die (S. 225.) erwähnte Abhandlung des Hrn. Hofrath Böttiger in Dresden über die *Subulonen* des Plinius [1], enthält mehrere Fragen, die, soweit sie nicht schon durch einzelne Bemerkungen in der vorstehenden Abhandlung beantwortet sind, hier noch eine kurze Erörterung finden mögen.

Zuerst wiederhole ich hier, überzeugt zu sein, dafs Plinius mit dem *Subulo* nichts anderes, als den Hirsch-Spiefser gemeint haben könne. Demnächst aber scheint es mir in vieler Beziehung wichtig, nunmehr unleugbar annehmen zu dürfen, es gebe Spiefser (*Subulones* mit geradem pfriemenförmigen Gehörn) auch in der Antilopen-Gattung. Darauf besonders habe ich den Schlufs gegründet, die auf antiken Darstellungen vorkommenden Opferthiere, mit pfriemenförmigen Hörnern, seien weder Hirschspiefser, noch ausgewachsene Antilopen (denn für beides erscheinen sie zu klein im Verhältnifs zu den Menschengestalten) sondern Antilopen-Kälber. Es ist mir kaum glaublich, dafs die an ihren Enden sehr knorpligen Röhrenknochen solcher junger Thiere ein gutes Material zur Verfertigung von musicalischen Blase-Instrumenten sollten abgegeben haben; wenigstens mufsten sich die harten Tibien erwachsener Wiederkäuer viel besser dazu eignen. Und nun fragt es sich: können die von Natur hohlen Hörner solcher *Subulonen* nicht auch zu ähnlichem Zweck benutzt worden sein und finden sich im Alterthum Spuren des Gebrauchs von Wiederkäuer-Hörnern zu Blase-Instrumenten?

Die berühmte Barberinische Mosaik von Palestrina, zu deren genaueren Erklärung von Seiten der darauf abgebildeten Thiere mein verehrter Gönner mich am Ende seiner Abhandlung auffordert, enthält wenig, was dem Zweck der vorstehenden Abhandlung nahe läge und worüber sich zugleich Bestimmtes aussagen liefse. Ueberhaupt möchte es schwer halten, ohne Ansicht des farbigen Originals oder einer sehr vollständigen Abbildung, sich mit Sicherheit über die wenigen Thiergestalten, die zweifelhaft bleiben (denn bei den meisten ist die Erklärung schon

[1] *Amalthea,* 3r Band, S. 191.

durch den hinzugefügten Namen gegeben) zu verständigen. So wichtig dies merkwürdige Denkmal dem Alterthumsforscher in so vieler Hinsicht auch sein mag, so glaube ich dennoch kaum, dafs dessen Untersuchungen durch den Beistand eines Zoologen hier auf eine irgend erhebliche Weise gefördert werden können. Die mehrsten Thiergestalten, die es enthält, sind unverkennbar, und die übrigen fast sämmtlich entweder fabelhaft oder auch bei der strengsten Vergleichung nicht mit Sicherheit zu bestimmen.

4) Herrn Dr. Ehrenberg's nunmehr erfolgte Rückkehr setzte mich in den Stand, ihn wegen der Namen, welche die Eingebornen den hier beschriebenen Antilopen-Arten geben, näher befragen zu können, und er ist so gefällig gewesen, mir das folgende Verzeichnifs zur Vervollständigung meiner Abhandlung mitzutheilen:

ابوحرب *Abu harb* ........ ist der arabische Name des *Oryx*.
ابوعقش *Abu Akasch* ...... — — — — — *Addax*.
عدره *Addra* ............ — — — — der *Dama*.
اريل *Ariel*.............. — — — — — *Dorcas*.
عنز *Anse* .............. heifst das Weibchen derselben Art.
غزال *f.* غزل *Gasāl* oder *Gasal*. Eine nahe damit verwandte Art in Arabien führt dort vorzugsweise diesen Namen.
حمرا ..... *Hamra* ........ heifst eine in Nubien seltne Art, welche die *Dorcas* an Gröfse etwas übertrifft, roth von Farbe und von schwachem Gehörn.

Die zuerst von Salt erwähnte, ungemein zierliche *Modoqua*-Antilope aus Abessinien führt dort seltner diesen Namen als den Namen *Addro*, und die *Oryx* heifst dort *Hakaba*. In Syrien aber werden die mit der *Dorcas* verwandten Arten sämmtlich mit dem Namen *Ariel* bezeichnet, den sogar hin und wieder der Dammhirsch trägt.

Tab. I.



Antilope Leucoryx.

Gedruckt im Königl. Lith. Institut Berlin 1824

Nach der Natur gez. u. Lithogr. v. F. C. [illegible]

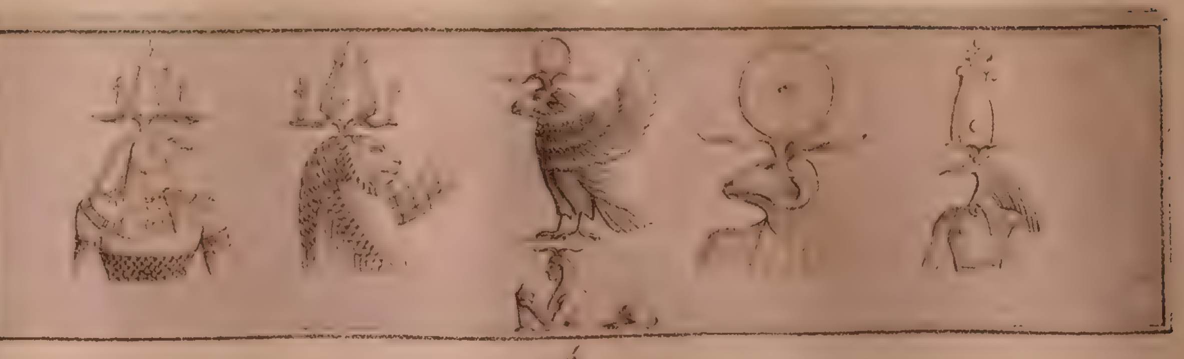


Tab. II.

*Zu Herrn Lichtensteins Abhandl. üb. d. Antilopen Phys. Classe 1824.*







# Antilope Addax,

Fem. et Juveneus.



*Zu Herrn Lichtenstein's Abhandl. üb. d. Antilopen Phys. Classe 1824.*



16.

# Antilope Dama,

Mas et Juvencus.



zu Herrn Lichtensteins Abhandl. üb. d. Antilopen Phys. Classe 1824.



Antilope Dama,

Fem. et Juvencus.





zu Herrn Lichtensteins Abhandl. üb. d. Antilopen. Phys. Classe 1824





1/10

Antilope Dorcas,

Mas, Fem. et Hinnuli.



# Verallgemeinerung einiger in der Abhandlung über die ausführlichere Bezeichnung der Krystallflächen (s. d. Abh. d. phys. Kl. a. d. J. 1818 u. 19. S. 270-304.) vorgetragenen Lehrsätze.

Von
Hrn. C. S. WEISS.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 26. Februar 1824.]

## I. Vollständigerer Ausdruck des a. a. O. S. 277. aufgestellten Lehrsatzes über die Theilung der Dreiecke.

Wir theilten ein Dreieck *ABC* (Fig. 1.) beliebig durch zwei Linien *AD* und *CE*, aus den Ecken *A* und *C* nach beliebigen Punkten *D* und *E* der gegenüberliegenden Seiten gezogen; wir bestimmten durch die einfachsten Formeln das Verhältnifs der Stücke, sowohl der getheilten Seiten des Dreiecks, als der sich einander schneidenden, theilenden Linien selbst, indem von zwei gegebenen Verhältnissen solcher Paare die beiden andern abhängig sind. Wir ziehen jetzt aus der dritten Ecke *B* durch den Schneidungspunkt *F* der Linien *AD* und *CE* die Linie *BQ*, so entstehen uns sechs Paare von Stücken, sowohl der Seiten des Dreiecks, als der theilenden Linien *AD*, *BQ* und *CE*, von welchen immer das gegebene Verhältnifs zweier solcher Paare die übrigen bestimmt. Es treten daher für jedes Paar zehn Gleichungen ein; denn es wird z. B. für jede getheilte Seite des Dreiecks das Verhältnifs der Stücke gefolgert, entweder aus dem gegebenen Verhältnifs der Stücke

in den beiden andern, oder aus dem in einer von ihnen und einer der drei inneren Linien, oder endlich aus den dreierlei Combinationen der getheilten inneren Linien, wenn für zwei von ihnen das Verhältnifs ihrer Stücke bekannt ist; und so umgekehrt durch zehn ähnliche Formeln das Verhältnifs der Stücke einer inneren theilenden Linie.

Es ergeben sich für die Bestimmung der Stücke einer Seite des Dreiecks durch die gegebenen Verhältnisse der Stücke der beiden andern, und eben so für die einer inneren getheilten Linie durch die beiden andern überaus einfache Lehrsätze; die übrigen Bestimmungen lassen sich füglich nur durch die Formeln selbst aussprechen.

Es sind nehmlich die Produkte je dreier abwechselnder Stücke der getheilten Seiten des Dreiecks sich gleich, also

$$AE \times BD \times CQ = EB \times DC \times QA$$

folglich $AE : EB = DC \times QA : BD \times CQ$

oder es verhalten sich die Stücke einer getheilten Seite, wie die Produkte der, einem jeden anliegenden und gegenüberliegenden Stücke der beiden andern.

Der Beweis ist eben so leicht zu führen, als der des früheren, a. a. O. S. 277. aufgestellten Lehrsatzes selbst. Wir ziehen aus $C$ sowohl $CG$ parallel mit $AD$, als $CH$ parallel mit $BQ$, beide bis zum Durchschnitt mit der verlängerten $AB$, so ist, wie dort erwiesen wurde,

$$CD : DB = AE \,.\, CF : FE \,.\, AB$$

Aus der Aehnlichkeit der Dreiecke $ABQ$ und $AHC$ aber folgt

$$CQ : QA = BH : AB, \text{ oder } BH = \frac{AB \,.\, CQ}{QA}$$

und aus der Aehnlichkeit der Dreiecke $FEB$ und $CEH$,

$$CF : FE = BH : EB = \frac{AB \,.\, CQ}{QA} : EB.$$

Also ist $CD : DB = AE \,.\, \frac{AB \,.\, CQ}{QA} : EB \,.\, AB = AE \,.\, CQ : EB \,.\, QA$

folglich $AE \,.\, CQ \,.\, DB = EB \,.\, QA \,.\, CD$, wie oben.

Die übrigen Formeln abzukürzen und überschaulicher zu machen, benennen wir wieder die einzelnen Stücke der getheilten Linien mit einfachen Buchstaben, und um der Anschauung bei der Auffassung der Bedeutung der einzelnen Ausdrücke soviel als möglich zu Hülfe zu kommen, gebrauchen wir für jedes Paar von Stücken einen Vokal mit dem auf ihn folgenden Consonanten in der natürlichen Folge, so dafs wir die Stücke der getheilten Seiten des Dreiecks, $a, b$; $e, f$; $i, k$ nennen, die abwechselnden Stücke mit Vokalen, die mit ihnen abwechselnden mit den Consonanten bezeichnend. Wir setzen für die Stücke der getheilten inneren Linien dieselbe Reihe der Vokale, mit den auf sie folgenden Consonanten so fort, dafs wir die Vokale $o, u, y$ den, den Ecken zugekehrten Stücken beilegen, die ihnen folgenden Consonanten $p, v, z$ den den Seiten zugekehrten Stücken, so dafs $o, p$ der gegen die Seite $a + b$; $u, v$ der gegen $e + f$; und $y, z$ der gegen die Seite $i + k$ sich richtenden Linie zukommt. Wir setzen also für $AE$, $a$, u.s.f. wie die Fig. 1. zeigt.

Wir geben die Formeln für eine getheilte Seite des Dreiecks unter der Form des Verhältnisses $a : b$, und die für eine getheilte innere Linie unter der Form $o : p$, und fügen jedem den entsprechenden Werth seines Ganzen, d.i. $a + b$ und $o + p$ bei, da es im Gebrauch eben so oft vorkommt, dafs das Verhältnifs eines Stückes zu seinem Ganzen das unmittelbar gesuchte ist, als das der Stücke zu einander, und da bald in einem der ersteren, bald in einem der anderen Verhältnisse die einfachere Regel unmittelbar sich ausspricht.

Von den je zehn Proportionen für die Bestimmung der Stücke einer äufseren sowohl als einer inneren Linie des Dreiecks konnten drei aus dem Lehrsatz, wie wir ihn in der früheren Abhandlung vortrugen.

unmittelbar abgeleitet werden [1]; drei andere sind die nemlichen Proportionen, nur das dritte gleichartige Element, sei es Seite des Dreiecks oder theilende Linie, einem der beiden ersten substituirt. Von den vier übrigen Proportionen sind wiederum zwei ähnliche Gegenstücke zu einander mit Austausch analog liegender Theile als gegebener; drei aber sind, wesentlich verschieden unter sich und von den ersten sechs, Folgen der Erweiterung des Lehrsatzes. Ueberhaupt also sind von den zu gebenden je zehn Proportionen sechs wesentlich verschiedener Construction, vier aber als Wiederholungen von vieren der sechs anzusehen.

Die Art wie wir aus den ersten, durch die geometrische Demonstration unmittelbar erhaltenen Proportionen, die übrigen finden, bedarf keiner ausführlichen Erörterung. Wir suchen z. B. die Theilung einer innern Linie, wenn uns die der beiden andern innern Linien gegeben ist. So giebt uns der frühere Lehrsatz unmittelbar [2]

$$o : p = uf + v\,(e+f) : ue.$$

---

[1] Alle Proportionen nemlich, wie sie in dem früher vorgetragenen Lehrsatz direct begründet waren, wo wir $y$ und $x$ nannten, was jetzt $e$ und $f$, $n$ und $m$, was jetzt $o$ und $p$, und $v$ und $w$, was jetzt $u$ und $v$ genannt ist, waren vollständig diese:

$$x : y : x+y = \begin{cases} na : m\,(a+b) : na + m\,(a+b) \\ aw : bv - aw : bv \\ nv - mw : m\,(v+w) : v\,(n+m) \end{cases}$$

$$a : b : a+b = \begin{cases} vx : w\,(x+y) : vx + w\,(x+y) \\ mx : ny - mx : ny \\ nv - mw : w\,(n+m) : n\,(v+w) \end{cases}$$

$$n : m : n+m = \begin{cases} x\,(a+b) : ya : ya + x\,(a+b) \\ w\,(a+b) : vb - wa : b\,(v+w) \\ vx + w\,(x+y) : vy : (v+w)\,(x+y) \end{cases}$$

$$v : w : v+w = \begin{cases} a\,(x+y) : bx : bx + a\,(x+y) \\ m\,(x+y) : ny - mx : y\,(n+m) \\ na + m\,(a+b) : nb : (n+m)\,(a+b) \end{cases}$$

Je drei solche sind es, welche sich in der nunmehrigen, verallgemeinerten Aufstellung, unter veränderten Buchstaben, wiederfinden; sie beruhen auf folgenden vier Grundgleichungen: I. $nya = mx\,(a+b)$; II. $vbx = wa\,(x+y)$; III. $vbn = w\,(an+am+bm)$; oder $w\,(a+b)\,(n+m) = bn\,(v+w)$; IV. $nyv = m\,(xv+xw+yw)$; oder $m\,(x+y)\,(v+w) = yv\,(n+m)$.

[2] Es ist dies die Uebersetzung der Formel $n : m = vx + w\,(x+y) : vy$, wie sie in der vorigen Note hiefs, in die gegenwärtige Bezeichnung.

Wir müssen jetzt $e$ und $f$ in $u$ und $v$, und $y$ und $z$ auflösen. Dies geschieht durch Anwendung einer andern Formel des nemlichen Lehrsatzes

$$e : f : e+f = uy - vz : z(u+v) : u(y+z) \ (^1).$$

So ist

$$o : p = uz(u+v) + vu(y+z) : u(uy-vz) = z(u+v) + v(y+z) : uy - vz$$

und $o : p : o+p = z(u+v) + v(y+z) : uy - vz : (u+v)(y+z)$.

Folgendes sind nun die Proportionen zur Auffindung des Verhältnisses der Stücke, sei es einer getheilten Seite des Dreiecks, oder einer getheilten inneren Linie desselben, aus zwei gegebenen andern.

$$a : b : a+b = \begin{cases} fk : ei : ei + fk \\ uf : v(e+f) : uf + v(e+f) \\ z(i+k) : yi : yi + z(i+k) \\ fp : eo - fp : eo \\ ko - ip : ip : ko \\ iu - kv : iv : iu + v(i-k) \\ fz : fy - ez : fy + z(f-e) \\ ou - pv : v(o+p) : o(u+v) \\ z(o+p) : oy - pz : o(y+z) \\ z(u+v) : v(y+z) : z(u+v) + v(y+z) \end{cases}$$

$$o : p : o+p = \begin{cases} f(a+b) : ea : ea + f(a+b) \\ i(a+b) : kb : kb + i(a+b) \\ fk + ei : ek : ei + k(e+f) \\ v(a+b) : ub - va : b(u+v) \\ z(a+b) : ya - zb : a(y+z) \\ uf + v(e+f) : ue : (u+v)(e+f) \\ yi + z(i+k) : yk : (y+z)(i+k) \\ f(y+z) - ez : ez : f(y+z) \\ i(u+v) - kv : kv : i(u+v) \\ z(u+v) + v(y+z) : uy - vz : (u+v)(y+z) \end{cases}$$

Die letzte Formel führt offenbar auf den Ausdruck

$$\frac{o}{o+p} = \frac{z}{y+z} + \frac{v}{u+v}$$

---

(¹) Die Formel der vorigen Note

$$a : b : a+b = nv - mw : w(n+m) : n(v+w)$$

wird hier so angewendet, daſs $e$ für $a$, $f$ für $b$ gesetzt wird; dann muſs $u$ für $n$, $v$ für $m$, $y$ für $v$, und $z$ für $w$ gesetzt werden; und so in ähnlichen Fällen.

welches in Worten ausgedrückt, soviel heifst als: von einer getheilten inneren Linie ist das gegen die Ecke gekehrte Stück von seinem Ganzen der so vielste Theil, als die Summe der Theile, welche die gegen die Seiten gekehrten Stücke der beiden andern innern Linien von ihren Ganzen sind.

Wenn aber $\frac{o}{o+p} = \frac{z}{y+z} + \frac{v}{u+v}$, so ist auch

$$\frac{u}{u+v} = \frac{z}{y+z} + \frac{p}{o+p}, \text{ und}$$

$$\frac{y}{y+z} = \frac{p}{o+p} + \frac{v}{u+v}$$

Es ist also offenbar

$$\frac{o}{o+p} + \frac{u}{u+v} + \frac{y}{y+z} = 2 \cdot \left(\frac{p}{o+p} + \frac{v}{u+v} + \frac{z}{y+z}\right)$$

oder: die Summe der Quotienten, welche die gegen die Ecken gekehrten Stücke der getheilten innern Linien von ihren Ganzen ausdrücken, ist doppelt so grofs, als die Summe derer, welche die gegen die Seiten gekehrten Stücke ausdrücken.

Da aber ferner $\frac{p}{o+p} = 1 - \frac{o}{o+p}$, und

$$\frac{z}{y+z} = \frac{o}{o+p} - \frac{v}{u+v} \text{ oder } \frac{v}{u+v} = \frac{o}{o+p} - \frac{z}{y+z},$$

so ist $\frac{p}{o+p} + \frac{v}{u+v} + \frac{z}{y+z} = 1 - \frac{o}{o+p} + \frac{o}{o+p} - \frac{z}{y+z} + \frac{z}{y+z} = 1$

kurz $$\frac{p}{o+p} + \frac{v}{u+v} + \frac{z}{y+z} = 1$$

und $$\frac{o}{o+p} + \frac{u}{u+v} + \frac{y}{y+z} = 2$$

mit Worten ausgedrückt: Die Summe der Quotienten, welche die gegen die Seiten des Dreiecks gerichteten Stücke der getheilten inneren Linien im Verhältnifs zu ihren Ganzen ausdrücken, ist Eins; die Summe derer, welche die gegen die Ecken gerichteten Stücke ausdrücken, ist gleich Zwei; ein Satz, der durch seine Allgemeinheit — denn bisher kannte man ihn

wohl nur beiläufig für den Fall, wenn die theilenden Linien aus den Ecken nach den Mitten der gegenüberliegenden Seiten gezogen sind — in seiner hier erwiesenen Allgemeinheit, sage ich, gewifs nicht minder merkwürdig ist, als jener zuerst vorgetragene, welcher die getheilten Seiten des Dreiecks betraf, und die Gleichheit der Produkte je dreier abwechselnder Stücke derselben aussprach.

---

## II. Verallgemeinerung der in der angeführten Abhandlung S. 275 und 300 gegebenen ausführlichen Zeichen der Krystallflächen des sphäroëdrischen Systems.

In jenen Zeichen gaben wir an, wieviel eine Fläche, von welcher bekannt ist, wieviel sie abschneidet in jeder der drei Grunddimensionen des Systems, d. i. in den gröfsten Octaëderdimensionen oder den auf den Würfelflächen senkrechten, zugleich abschneidet in jeder der sechs mittleren zwischen je zwei der vorigen, d. i. in jeder der sechs auf den Granatoëderflächen senkrechten; ferner in jeder der vier kleinsten Octaëderdimensionen, oder der auf den Octaëderflächen senkrechten, d. i. der mittleren zwischen je drei der ersten; endlich in jeder der zwölf auf den Flächen des Leucitkörpers senkrechten, d. i. der mittleren zwischen den letzteren und den ersteren, so wie zugleich zwischen je zwei benachbarten der zweiten Gattung. Ob nun gleich nicht allein von allen den genannten fünfundzwanzig Dimensionen Rechenschaft gegeben, sondern auch positive und negative Werthe in ihnen unterschieden werden mufsten, so vereinigte sich doch in dem gegebenen bildlichen Zeichen die bestimmte Beziehung jeder möglichen Stelle im Bilde auf alles zu unterscheidende in den Dimensionen mit der höchsten Einfachheit aller auszudrückenden Werthe und ihrem harmonischen Zusammenhang untereinander so glücklich, dafs, auch abgesehen von den mannichfaltigen Vortheilen, welche ein solches Bild für die Berechnung der Körper des

sphäroëdrischen Systems und ihrer Eigenschaften gewährt, ihm sein geometrisches Interesse für sich bleibt. Es scheint mir, dafs eben in diesem die Aufforderung liegt, dem Bilde die gröfstmögliche Allgemeinheit zu geben, und es auf die entsprechenden Werthe in allen und jeden erdenklichen zwischenliegenden Dimensionen auszudehnen. Dies gelingt in ähnlicher Einfachheit, wie sie sich schon in der ersten Gestalt des Bildes ankündigte; und ich erlaube mir, es hier schrittweise bis zu seiner allergenerellsten Gestalt fortzuführen, da jede der Stufen seiner Verallgemeinerung ihr eigenthümliches Interesse hat.

## §. 1.

Suchen wir fürs erste die Werthe in den zwischenliegenden Dimensionen zwischen jenen sechs mittleren Octaëderdimensionen und den drei Grunddimensionen, so sind dies solche, welche senkrecht stehen werden auf den Flächen der verschiedenen möglichen Pyramidenwürfel. Es ist klar, dafs ihre Stellen in unserm Bilde liegen müssen in den Seiten des Dreiecks und deren Verlängerungen, immer je zwei zu beiden Seiten einer solchen Stelle, wie $\frac{2}{n+1}$ u. s. f., welche der auf der Granatoëderfläche senkrechten Dimension angehörte, d. i. zwischen einer solchen und den Stellen der drei Grunddimensionen oder ihrer Entgegengesetzten, d. i. der negativen Werthe der Grunddimensionen (deren Stellen im Bilde, in der Verlängerung im Unendlichen liegen sowohl von den Seiten des Dreiecks, als von jeder Richtung, die von den Stellen der drei Grunddimensionen aus irgend wohin gezogen wird). In den Granatoëderflächen fallen je zwei Pyramidenwürfelflächen in Eine, und so die entsprechenden Stellen in unserm Bilde ebenfalls.

Es sei nun die Pyramidenwürfelfläche, in deren Normalen oder Senkrechten die verschiedenen Werthe gesucht werden, nach einem allgemeinen Ausdruck = $\boxed{a : z . a : \infty a}$, und irgend eine gegebene Fläche, deren Werthe in den auf $\boxed{a : z . a : \infty a}$ senkrechten Dimensionen gesucht werden, heifse wiederum, wie wir sie früher bezeichnet haben $\boxed{a : \frac{1}{n} a : \frac{1}{n'} a}$, so findet sich, wenn als Einheit in der neuen

Dimension angenommen wird die Linie im Octaëder aus dem Mittelpunkt nach demjenigen Punkte der Octaëderkante gezogen, in welchem die Octaëderkante von der neuen (durch den Mittelpunkt des Octaëders gelegten) Dimension geschnitten wird, die gesuchte Gröfse als diese Einheit multiplicirt mit einem Coëfficienten von der Form $\frac{z+1}{1.z+n.1}$, $\frac{z+1}{n.z+1.1}$ u. s. f. — man vergleiche Fig. 2. — so dafs der Zähler des Bruches allen zu unterscheidenden achtzehn Werthen ([1]) gemeinschaftlich ist, der Nenner aber die Summe der Produkte der Divisoren in den Werthen der Grunddimensionen, zwischen welchen die gesuchte liegt, der Divisor der ihr zunächst liegenden multiplicirt mit $z$, der andere multiplicirt mit 1. Die Einheit der neuen Dimension $\delta$ aber, ausgedrückt in der Einheit des ganzen Systems, d. i. der Grunddimension selbst, oder die halbe Octaëderaxe $= 1$ gesetzt, ist

$$\delta = \frac{\sqrt{z^2+1}}{z+1}$$

Daher, wenn man eine jede der gesuchten Gröfsen unmittelbar in der Einheit des Systems ausdrücken will, der gemeinschaftliche Zähler aller Coëfficienten, $z+1$, nur zu vertauschen ist mit $\sqrt{z^2+1}$; die gesuchten Werthe sind also in dieser Einheit $\frac{\sqrt{z^2+1}}{z+n}$, $\frac{\sqrt{z^2+1}}{n.z+1}$ u. s. f. In dem Bilde selbst aber werden wir, wie bisher, die Coëfficienten der neuen Dimensionseinheit als solche, im Zähler mit $z+1$ schreiben.

Wird $z = 1$ gesetzt, so haben wir offenbar die mittleren Octaëderdimensionen selbst, oder die senkrechten auf den Granatoëderflächen $= \boxed{a : a : \infty a}$; und je zwei Werthe, wie die oben geschriebenen, fallen zusammen in den Werth $\frac{2}{n+1}$, d. i. in den, welchen unser frü-

---

([1]) Von den zwölf neuen Dimensionen sind wiederum in sechsen die der geschriebenen Fläche zukommenden Werthe, an den Stellen nemlich, welche innerhalb unsers Dreiecks liegen, nothwendig positiv; ihre negativen sind daher im Bilde ausgeschlossen. In den sechs andern aber kann der geschriebenen Fläche der Werth sowohl in positivem als in negativem Sinne zukommen; daher hat unser Zeichen $6+12$, d. i. achtzehn verschiedene Stellen, welche sich auf diese Dimensionen beziehen, zu unterscheiden; und eben soviel wirklich correspondirende Stellen giebt es in demselben.

heres Bild für den Werth in einer mittleren Octaëderdimension, deren Einheit wir $d$ nannten, angab; der Werth $\sqrt{z^2+1}$ wird $= \sqrt{2}$, wie dies die Gröfse war, welche den Zählern der Coëfficienten der mittleren Octaëderdimensionen substituirt werden konnte, um diese Coëfficienten in die absoluten Werthe, wenn die Grunddimension $= 1$ gesetzt ist, überzutragen.

In der Fig. 2. sind die achtzehn verschiedenen Werthe, welche einer und derselben Fläche $\boxed{a : \frac{1}{n} a : \frac{1}{n'} a}$ in den verschiedenen Richtungen zukommen, die senkrecht sind auf $\boxed{a' : z . a'' : \infty a'''}$, $\boxed{z . a' : a'' : \infty a'''}$, $\boxed{a' : \infty a'' : z . a'''}$, $\boxed{z . a' : \infty a'' : a'''}$, $\boxed{\infty a' : a'' : z . a'''}$, $\boxed{\infty a' : z . a'' : a'''}$; ferner auf $\boxed{a' : -z . a'' : \infty a'''}$, $\boxed{-z . a' : a'' : \infty a'''}$ u. s. f., die letzteren positiv oder negativ genommen, an den entsprechenden Stellen in den Seiten des Dreiecks und deren Verlängerungen geschrieben.

Der Beweis für die Richtigkeit des Schema's ist dieser:

Es sei in Fig. 3. $C$ der Mittelpunkt unsrer Construction; $Ca$ und $Cb$ zwei halbe Axen des Octaëders, also $ab$ die Kante des Octaëders, dessen Mittelpunkt $C$ ist. Es sei $CF = z . Cb = z . Ca$, also $aF$ der Durchschnitt einer Fläche $\boxed{a : z . a : \infty a}$ mit der Ebne $Cab$; so ist $Ct$, aus $C$ senkrecht auf $aF$, zugleich senkrecht auf der Ebne $\boxed{a : z . a : \infty a}$, also eine der auf den Flächen des Pyramidenwürfels $\boxed{a : z . a : \infty a}$ senkrechten Dimensionen. Wir fragen zuerst: in welchem Punkte $o$ schneidet diese Dimension die Octaëderkante $ab$? und welches ist der Werth von $Co$, d. i. der Einheit dieser neuen Dimension für das Octaëder, dessen halbe Axe $Ca = 1$? So haben wir $at : tF = a^2 : z^2 a^2 = 1 : z^2$ und nach unserm Lehrsatz

$$ao : ob = at . CF : tF . Cb = 1 . z : z^2 . 1 = 1 : z$$

$$ao : ob = 1 : z$$

wodurch der Punkt $o$ bestimmt ist.

So wie nun $ob = \frac{z}{z+1}\, ab$, und $ao = \frac{1}{z+1}\, ab$,

so ist auch $Ch = \frac{z}{z+1}\, Ca$, und $ho = \frac{1}{z+1}\, Ca$; folglich

$$Co = \sqrt{(Ch)^2 + (ho)^2} = \sqrt{\left(\frac{z}{z+1}\right)^2 + \left(\frac{1}{z+1}\right)^2} = \frac{\sqrt{z^2+1}}{z+1}$$

Die Einheit der neuen Dimension ist also im Octaëder $= \frac{\sqrt{z^2+1}}{z+1}$, wie wir oben sagten.

Es sei nun eine Fläche gegeben $= \left|\frac{1}{m}a : \frac{1}{n}a : \frac{1}{p}a\right|$ mit beliebigen Werthen in den drei Grunddimensionen; ihr Werth in $Ca$ sei $\frac{1}{m}$ $Ca$; in $Cb$, $\frac{1}{n}$ $Cb$. Wir legen sie durch den Endpunkt $a$ der ersteren, so dafs $ag$ ihr Durchschnitt mit der Ebne $Cab$ ist; so ist $Cg = \frac{m}{n}\ Cb$, $gb = \left(1 - \frac{m}{n}\right) Cb = \frac{n-m}{n}\ Cb$, also $Cg : gb = m : n - m$ und wir haben nach unserm Lehrsatze $o : o + p = f\,(a+b) : ea + f\,(a+b)$ in Fig. 3., $Cr : Co = Cg\,.\,ab : gb\,.\,ao + Cg\,.\,ab =$

$$m\,.\,(z+1) : (n-m)\,1 + m\,(z+1) = m\,(z+1) : n\,.\,1 + m\,.\,z$$

$$Cr = \frac{m\,(z+1)}{n\,.\,1 + m\,.\,z}\ Co$$

Aber $Cr$ ist der Werth in der Dimension $Co$, welcher der Fläche $\left|a : \frac{m}{n}a : \frac{m}{p}a\right|$, d.i. der obengenannten Fläche, durch den Endpunkt des ersten $a$ in der Einheit gelegt, zukommt; der entsprechende Werth für die Fläche $\left|\frac{1}{m}a : \frac{1}{n}a : \frac{1}{p}a\right|$ also ist $\frac{1}{m}\,.\,Cr = \frac{z+1}{n\,.\,1 + m\,.\,z}\ Co$.

Mit $z$ ist, wie wir sehen, im Nenner des Bruchs der Divisor desjenigen $a$ der gegebenen Fläche $\left|\frac{1}{m}a : \frac{1}{n}a : \frac{1}{p}a\right|$ zu multipliciren, welches in der Fläche $|a : z\,.\,a : \infty a|$ in der Einheit angenommen wurde, und senkrecht war auf dem, worin die letztere mit $z\,.\,a$ genommen wurde; mit 1 umgekehrt der Divisor desjenigen, welches für die Fläche $|a : z\,.\,a : \infty a|$ als $z\,.\,a$ genommen wurde, und senkrecht war auf jenem, in welchem für sie $1\,.\,a$ genommen war.

Setzen wir nun für unser Schema, Fig. 2. in der Formel des Coëfficienten $\frac{z+1}{n\,.\,1 + m\,.\,z}$ für $m$, 1, für $n$ unverändert $n$, d.i. statt der Form $\left|\frac{1}{m}a : \frac{1}{n}a : \frac{1}{p}a\right|$ unser gewöhnliches Zeichen $\left|a : \frac{1}{n}a : \frac{1}{n'}a\right|$ (also $n'$ für $p$), so wird der Coëfficient $= \frac{z+1}{z+n}$, wie an der Stelle unsres Schema, welcher die Pyramidenwürfelfläche $|a : z\,.\,a : \infty a|$ entspricht, der in dem ersten $a$, $1a$, während ihr in der Richtung des $\frac{1}{n}\ a$, $z.a$ zukommt. Wir unterscheiden also die drei $a$, so ist für den gegenwärtigen

Fall der gefundene Coëfficient der, welcher der Fläche $\boxed{a' : \frac{1}{n} a'' : \frac{1}{n'} a'''}$ in der Richtung senkrecht auf $\boxed{a' : z . a'' : \infty a'''}$ zukommt.

Setzen wir umgekehrt in dem allgemeinen Coëfficienten für $m$, das $n$ unsrer Fläche $\boxed{a : \frac{1}{n} a : \frac{1}{n'} a}$, und für $n$, 1, so wird der Coëfficient $= \frac{z+1}{1+nz} = \frac{z+1}{nz+1}$, wie an der Stelle unsers Schema's, welche der Pyramidenwürfelfläche mit $z . a$ im ersten $a$, und mit $1 . a$ im zweiten unsrer Fläche $\boxed{a : \frac{1}{n} a : \frac{1}{n'} a}$ gehört; oder der gefundene Coëfficient ist der der Fläche $\boxed{a' : \frac{1}{n} a'' : \frac{1}{n'} a'''}$ in der Richtung senkrecht auf $\boxed{z . a' : a'' : \infty a'''}$ zukommende.

Setzen wir für $m$ wiederum $n$, und für $n$ unser $n'$, so haben wir $\frac{z+1}{nz+n'}$; und dieser Coëfficient gehört der Fläche $\boxed{a' : \frac{1}{n} a'' : \frac{1}{n'} a'''}$ in der Richtung senkrecht auf $\boxed{\infty a' : a'' : z . a'''}$. Oder setzen wir für $m$ unser $n'$, für $n$ ungeändert $n$, so erhalten wir $\frac{z+1}{n'z+n}$, als den Coëfficienten für die Fläche $\boxed{a' : \frac{1}{n} a'' : \frac{1}{n'} a'''}$ in der Richtung senkrecht auf $\boxed{\infty a' : z . a'' : a'''}$. Man sieht diese Werthe in unserm Schema an den correspondirenden Stellen.

Ist die Rede von einer Dimension, senkrecht auf der Fläche $\boxed{-a' : z . a'' : \infty a'''}$ und dem Werthe, welcher der gegebnen Fläche $\boxed{a' : \frac{1}{n} a'' : \frac{1}{n'} a'''}$ in dieser Dimension zukommt, so wird $z$ mit dem Divisor des ersten $a$ im letzteren Zeichen, d.i. mit 1, das $n$ oder der Divisor des zweiten $a$ aber mit $-1$ zu multipliciren sein. Im Coëfficienten $\frac{z+1}{n . 1 + m . z}$ wird also $n . 1$ zu $-n$, und $m . z$ zu $z$; er wird also zu $\frac{z+1}{z-n}$.

Ist die Rede von der Dimension senkrecht auf $\boxed{-z . a' : a'' : \infty a'''}$, so ist $-z$ mit $n$ zu multipliciren oder im allgemeinen Coëfficienten für $mz$ zu setzen $-nz$, für $n . 1$ aber 1. Der Coëfficient also, der für die Fläche $\boxed{a' : \frac{1}{n} a'' : \frac{1}{n'} a'''}$ in der Richtung senkrecht auf $\boxed{-z . a' : a'' : \infty a'''}$ gilt, ist $\frac{z+1}{1-nz}$.

Da die beiden Gröfsen $z-n$ und $1-nz$ negativ sein können, d.i. die Werthe der Fläche $\boxed{a' : \frac{1}{n} a'' : \frac{1}{n'} a'''}$ in den Dimensionen senkrecht auf $\boxed{-a' : z'' : \infty a'''}$ oder $\boxed{-z . a' : a'' : \infty a'''}$ in umgekehrten Richtungen Statt finden können, so unterscheidet unser Schema, wie das frühere, diese umgekehrte Lage eines solchen Werthes durch die dersel-

ben Dimension auf der Verlängerung einer Seite des Dreiecks nach entgegengesetzter Richtung zukommenden zwei entgegengesetzten Stellen; an der einen ist der Divisor des Coëfficienten der oben geschriebene, an der andern sein entgegengesetzter $n - z$ oder $nz - 1$. Der erstere, d.i. der oben geschriebene, wird der Seite angehören, wo das erste $a$ positiven Werth hat, der umgekehrte der, wo das erste $a$ im negativen Werthe genommen ist, oder deren Stellen Richtungen bezeichnen, welche zwischen dem zweiten $a$ im positiven Sinne, und dem Negativen des ersten liegen.

Dieselben Betrachtungen, welche anstatt der für die einzelnen Fälle angepafsten geometrischen Constructionen dienen, wiederholen sich in Bezug auf alle übrigen Stellen, die unser Schema in den Seiten des Dreiecks und ihren Verlängerungen angiebt. Die gegenseitige Lage je zweier Stellen für die zwischen denselben zwei Grunddimensionen liegenden, je nachdem nemlich eine bestimmte von beiden der einen Grunddimension näher liegt, oder der andern, entspricht der Lage der Dimensionen im Raume selbst unter der Voraussetzung, dafs $z > 1$. Nähme man $z < 1$, so würden die entsprechenden Stellen mit ihren Coëfficienten ihre Lage je zwei vertauschen, so wie in dem Fall $z = 1$ sie je zwei in Eins zusammen fallen.

## §. 2.

Die Flächen der Pyramidenwürfel gehören bekanntlich der Kantenzone des Würfels. Wir wenden uns jetzt zur Entwicklung der Werthe, welche der Fläche $\left[a : \frac{1}{n} a : \frac{1}{n'} a\right]$ in solchen Richtungen zukommen, welche senkrecht sind auf Flächen aus der Hauptzone des Octaëders, d.i. der Ecken- oder Diagonalzone des Würfels.

Es werden also die jetzt zu untersuchenden Dimensionen senkrecht sein auf den Flächen der Leucitoïde mit Inbegriff des Leucitoëders, oder auf den Flächen der Pyramiden-Octaëder, je nachdem sie liegen zwischen den Grunddimensionen und einer kleinsten Octaëderdimension, oder zwischen einer kleinsten und einer mittleren, die auf

ihnen senkrechten Flächen also zwischen einer Würfelfläche und Octaëderfläche, oder zwischen einer Octaëder- und Granatoëderfläche. Die allgemeine Eigenschaft einer Fläche aus der Hauptzone des Octaëders ist, dafs in zwei unsrer Grunddimensionen ihr gleiche Werthe zukommen, was wir im allgemeinen ausdrücken können mit der Form $\boxed{z.a:z.a:a}$. Ist $z > 1$, so haben wir Leucitoïdflächen; ist $z < 1$, Pyramidenoctaëderflächen. Der Fall $z = 1$ ist der des Octaëders selbst, als die Mitte zwischen jenen beiden Abtheilungen. Die Grenzglieder wären $z = \infty$, d. i. die Würfelfläche, oder $z = \frac{1}{\infty}$, die Granatoëderfläche. So war im vorigen die allgemeine Eigenschaft einer Pyramidenwürfelfläche $\boxed{a:z.a:\infty a}$ der Parallelismus mit einer der Grunddimensionen, oder $\infty$ als Coëfficient von einer derselben; die Mitte $z = 1$ war der Fall des Granatoëders, die beiden Endglieder $z = \infty$ und $z = 0$ beidemal der Fall des Würfels; und man wird nicht allein auch diese Grenzfälle in den Formeln unsers Schema's mit begriffen, sondern auch bei der nähern Vergleichung bestätigt finden, was wir vorhin von dem Tausch der Stellen sagten, wenn $z$, was wir $> 1$ annehmen, $< 1$ gesetzt wird.

Die Fig. 2. enthält neben den vorigen Werthen zugleich die (21) neuen, welche einer Fläche $\boxed{a:\frac{1}{n}a:\frac{1}{n'}a}$ in den zwölf gleichartigen Dimensionen senkrecht auf beliebigen Flächen der Hauptzone des Octaëders zukommen, drei derselben innerhalb des Dreiecks, deren negative Werthe ausgeschlossen sind, wenn die Werthe in den Grunddimensionen positiv gegeben waren, die neun übrigen mit den negativen Werthen derselben, wie bald die einen, bald die andern der Fläche $\boxed{a:\frac{1}{n}a:\frac{1}{n'}a}$ zugehören können, an entsprechenden, sich entgegengesetzten Stellen aufserhalb des Dreiecks in den sechs, durch die verlängerten Seiten gesonderten Räumen. Die einundzwanzig neuen Werthe sind sogleich kenntlich durch ihren gemeinschaftlichen Zähler $z + 2$, welcher sie wieder, wie die vorigen der Zähler $z + 1$, auszeichnet. Die Stellen, die wir ihnen geben, entsprechen wieder der Voraussezung $z > 1$ in der Fläche $\boxed{z.a:z.a:a}$, in deren Normalen die der Fläche $\boxed{a:\frac{1}{n}a:\frac{1}{n'}a}$ zugehörigen Stücke bestimmt werden sollen; und so entspricht diese

Voraussetzung dem Fall, dafs es Leucitoïde sind, denen die Flächen $\boxed{z.a:z.a:a}$ angehören; es sind daher die nemlichen Stellen, die wir für die Werthe in den Richtungen senkrecht auf den Flächen des Leucitoëders selbst, d.i. auf den Flächen $\boxed{2a:2a:a}$ in dem Schema der früheren Abhandlung, S. 300. mit den Coëfficienten bezeichnet haben, welche den gemeinschaftlichen Zähler 4 hatten. Wenn $z = 1$ wird, so ist es die Octaëderfläche $\boxed{a:a:a}$, von deren Normalen die Rede ist; der Coëfficient bekommt zum Zähler 3, wie in den früheren Schemen die Coëfficienten der auf den Octaëderflächen senkrechten, d. i. der kleinsten Octaëderdimensionen; und je drei unserer neuen Coëfficienten mit den Zählern $z + 2$ fallen dann in Eins zusammen.

Wird $z < 1$, sind es also Pyramidenoctaëderflächen, in deren Normalen die der Fläche $\boxed{a:\frac{1}{n}a:\frac{1}{n'}a}$ zugehörigen Stücke bestimmt werden sollen, so rückt die in dem Schema einer jeden derselben gebührende Stelle über den Punkt, wo je drei zusammenfielen, nach der entgegengesetzten Seite hinüber, und die drei innerhalb des Dreiecks z.B. liegenden Werthe bilden in demselben ein umgekehrtes, mit den Spitzen gegen die Seiten des grofsen gerichtetes Dreieck, statt dafs in unserm Schema es ein gleichförmig in das grofse eingeschriebenes Dreieck ist, welches ihre Stellen unter sich bilden. Von je dreien in einem Ausschnitt aufserhalb des Dreiecks geschriebenen Coëfficienten mit den Zählern $z + 2$ gilt ganz das analoge; sie fallen auch je drei in Einen Punkt und Einen Werth zusammen, wenn $z = 1$ ist, und treten in entgegengesetzten Richtungen wieder auseinander, wenn $z < 1$ wird.

In den Nennern der Coëfficienten sieht man im Schema auch die gewohnte Einfachheit, und zwar mit $z$ immer den Divisor derjenigen Grunddimension für $\boxed{a:\frac{1}{n}a:\frac{1}{n'}a}$ multiplicirt, welche dem geschriebenen Coëfficienten am nächsten liegt, die beiden andern Divisoren unverändert oder mit 1 multiplicirt; die Summe der so multiplicirten Divisoren aber macht den Nenner des Coëfficienten aus. Die gröfseren Ausschnitte haben zu ihren Grenzen zwei Grunddimensionen in den positiven Werthen des Dreiecks, die dritte im negativen Werth, die Grenze des Aus-

schnitts im Unendlichen bildend. Die kleineren Ausschnitte haben zu ihren Grenzen eine der Grunddimensionen des Dreiecks in positivem Sinn, beide andre im negativen in den Verlängerungen der einschliefsenden Seiten im Unendlichen liegend. Welche Grunddimensionen zur Bildung des einen oder des andern Ausschnittes in negativem Werthe concurriren, diese gehen überall in demselben negativen Werthe auch in den Nenner des Coëfficienten ein, multiplicirt, wie vorhin, mit denselben Factoren.

Die Einheit in der neuen Dimension, womit die Coëfficienten sammt und sonders wieder zu multipliciren sind, ist abermals die dem Octaëder zukommende, also die Linie aus dem Mittelpunkt des Octaëders nach demjenigen Punkte der Oberfläche des Octaëders gezogen, in welchem dieselbe von der neuen Dimension geschnitten wird. Diese Linie $\lambda$, ausgedrückt in der Einheit des ganzen Systems, d. i. die halbe Octaëderaxe $= 1$ gesetzt, erhält den Ausdruck

$$\lambda = \frac{\sqrt{z^2 + 2}}{z + 2}$$

und so verwandeln sich wiederum alle neuen Coëfficienten in ihre wahren Werthe, die halbe Octaëderaxe $= 1$, wenn statt ihrer gemeinschaftlichen Zähler $z + 2$ gesetzt wird $\sqrt{z^2 + 2}$. In dem Schema für die auf den Leucitflächen senkrechten Dimensionen (wo $z = 2$) war der so in die absoluten Werthe übersetzte gemeinschaftliche Zähler $\sqrt{2^2 + 2} = \sqrt{6}$, und die Einheit in der entsprechenden Octaëderdimension war $\frac{\sqrt{6}}{4} = \sqrt{\frac{3}{8}}$.

Wir ziehen es indefs wiederum vor, in dem Schema die Coëfficienten als solche zu schreiben, da $z + 2$ für diesen Zweck ein kürzerer und bequemerer Werth ist als $\sqrt{z^2 + 2}$.

Der Beweis für die Richtigkeit der angegebnen Werthe ist wieder eben so einfach als im vorigen Fall.

Es sei in $Cad$, Fig. 4. $Ca$ eine Linie aus dem Mittelpunkt $C$ unsrer Construction oder des Octaëders nach der Ecke desselben, also $Ca =$ einer halben Octaëderaxe $= a = 1$; $d$ sei die Mitte einer Octaëderkante, welche die Endpunkte der beiden andern Grunddimensionen $a$ verbindet; also $Cd = \frac{a}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{1}{2}}$; so wird eine Fläche $\boxed{z.a : z.a : a}$ durch $aF$

gehen, wenn $FC = z \, . \, Cd$, $Cd$ aber die zwischen $z.a$ und $z.a$ liegende mittlere Octaëderdimension ist. Die Linie $Ct$ senkrecht auf $aF$ gezogen, steht dann auch senkrecht auf der Fläche $\boxed{z.a : z.a : a}$. Wir setzen wieder die erste Frage: welches ist der Punkt $o$ in der Octaëderdiagonale $ad$, in welchem die letztere von der auf $\boxed{z.a : z.a : a}$ senkrechten $Ct$ geschnitten wird? ferner: welches ist der Werth von $Co$, d.i. der Einheit in dieser Octaëderdimension? So ist fürs erste

$$at : tF = (Ca)^2 : (CF)^2 = 1 : \frac{z^2}{2} = 2 : z^2$$

ferner $\qquad Cd : CF = 1 : z$

und nach unserm Lehrsatz $o : p = i\,(a+b) : kb$

$$ao : od = at \, . \, CF : tF \, . \, CD = 2 \, . \, z : z^2 \, . \, 1 = 2 : z$$

also die Octaëderdiagonale getheilt im Verhältniſs $2 : z$

und $Co = \sqrt{(Ch)^2 + (ho)^2} = \sqrt{\left(\frac{z}{z+2}\right)^2 + \left(\frac{2}{z+2}\right)^2 \cdot \frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{z^2+2}}{z+2}$

also die Einheit der neuen Dimension, wie oben gesagt war, $= \frac{\sqrt{z^2+2}}{z+2}$

Nun nehmen wir wieder statt der Fläche $\boxed{a : \frac{1}{n}a : \frac{1}{n}a}$ einen noch allgemeineren Ausdruck $\boxed{\frac{1}{m}a : \frac{1}{n}a : \frac{1}{p}a}$, so daſs ihr in der Richtung $Ca$ der Fig. 4. $\frac{1}{m}\,a$ zukomme. Wir legen sie durch den Endpunkt $a$ der Linie $Ca$, d.i. wir nehmen sie in den Abständen vom Mittelpunkt $= \boxed{a : \frac{m}{n}a : \frac{m}{p}a}$, so kommt ihrem Durchschnitt $ag$ mit der Ebne $Cad$ der Werth $Cg = \frac{2m}{n+p}\,Cd$ in der mittleren Octaëderdimension $Cd$ zu, wie aus dem früheren Schema einleuchtet; und

$$Cg : dg = \frac{2m}{n+p} : 1 - \frac{2m}{n+p} = 2m : n + p - 2m.$$

Gesucht wird nun zunächst, wenn $r$ der Durchschnitt von $ag$ mit $Ct$ ist, das Verhältniſs von $Cr$ zu $Co$. Dieses giebt nach unserm Lehrsatz die Formel

$$o : o + p = f(a+b) : ea + f(a+b)$$

Demnach $Cr : Co = Cg \, . \, ad : dg \, . \, ao + Cg \, . \, ad =$

$$2m\,(z+2) : (n+p-2m)\,2 + 2m\,(z+2) = m\,(z+2) : n+p+mz$$

also $Cr = \frac{m\,(z+2)}{n+p+mz}\,Co$

Nun aber kommt der Fläche $\boxed{\frac{1}{m}a : \frac{1}{n}a : \frac{1}{p}a}$ in der Dimension $Ct$ nicht $Cr$, sondern $\frac{1}{m}\,Cr$, d.i. $\frac{z+2}{n+p+mz}\,Co$ zu.

Mit $z$ wird im Nenner des Coëfficienten, wie man sieht, der Divisor derjenigen Grunddimension der Fläche $\boxed{\frac{1}{m}a : \frac{1}{n}a : \frac{1}{p}a}$ multiplicirt, welche in gleicher Richtung genommen wurde mit der des $1\,a$ im Zeichen der Fläche $\boxed{z\,.\,a : z\,.\,a : a}$. Schreiben wir also mit Unterscheidung der $a$ die erstere $\boxed{\frac{1}{m}a^{\cdot} : \frac{1}{n}a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{p}a^{\cdot\cdot\cdot}}$, so ist es die Fläche $\boxed{z\,.\,a^{\cdot\cdot} : z\,.\,a^{\cdot\cdot\cdot} : a^{\cdot}}$ oder $\boxed{a^{\cdot} : z\,.\,a^{\cdot\cdot} : z\,.\,a^{\cdot\cdot\cdot}}$, in deren Normale ihr der Werth $\frac{z+2}{n+p+mz}\,Co$ zukommt. Und damit werden wir wieder die Regel der Entwickelung sämmtlicher Coëfficienten für den Werth der Fläche $\boxed{a^{\cdot} : \frac{1}{n}a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{n}a^{\cdot\cdot\cdot}}$ in den Richtungen senkrecht auf $\boxed{a^{\cdot} : z\,.\,a^{\cdot\cdot} : z\,.\,a^{\cdot\cdot\cdot}}$, auf $\boxed{z\,.\,a^{\cdot} : a^{\cdot\cdot} : z\,.\,a^{\cdot\cdot\cdot}}$, $\boxed{z\,.\,a^{\cdot} : z\,.\,a^{\cdot\cdot} : a^{\cdot\cdot\cdot}}$, $\boxed{-a^{\cdot} : z\,.\,a^{\cdot\cdot} : z\,.\,a^{\cdot\cdot\cdot}}$ u. s. f. haben, ohne der speciellen Ausführung der geometrischen Constructionen für die Fälle der verschiedenen Combinationen zu bedürfen.

Genauer ausgedrückt, würde indefs die Regel diese sein: Wir haben uns beide Flächen vorzustellen unter der Form $\boxed{\frac{1}{1}a^{\cdot} : \frac{1}{n}a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{n'}a^{\cdot\cdot\cdot}}$ und $\boxed{\frac{1}{z}a^{\cdot} : \frac{1}{1}a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{1}a^{\cdot\cdot\cdot}}$ u. s. f., d. i. alle Dimensionsgröfsen unter der Form eines Bruches mit dem Zähler 1 geschrieben; so ist der Nenner des Coëfficienten die Summe der Produkte der beiderlei Nenner der gleichliegenden Dimensionen in den geschriebenen Flächen, mit dem Zeichen + oder —, als ebenfalls dem Produkte der Zeichen der nemlichen Dimensionen; der Zähler des Coëfficienten aber ist die Summe der Nenner der dreierlei Dimensionen der Fläche $\boxed{\frac{1}{z}a^{\cdot} : \frac{1}{1}a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{1}a^{\cdot\cdot\cdot}}$ [1].

Es ist also der Coëfficient für $\boxed{a^{\cdot} : \frac{1}{n}a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{n'}a^{\cdot\cdot\cdot}}$ in der Richtung senkrecht auf $\boxed{a^{\cdot} : z\,.\,a^{\cdot\cdot} : z\,.\,a^{\cdot\cdot\cdot}} = \frac{z+2}{z+n+n'}$; denn es ist das obige $m = 1$, $n = n$, $p = n'$ gesetzt.

---

(1) So ausgedrückt, umfafst auch die Regel den früheren Fall für die Dimensionen senkrecht auf den Pyramidenwürfelflächen; denn diese haben wir uns zu denken unter der Form $\boxed{\frac{1}{z}a^{\cdot} : \frac{1}{1}a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{0}a^{\cdot\cdot\cdot}}$, so ist wieder der Zähler des Coëfficienten $= z + 1 + 0 = z + 1$, und der Nenner $= z\,.\,1 + 1\,.\,n + 0\,.\,n' = z + n$. u. s. f.

In der Richtung senkrecht auf $\boxed{z\,.\,a^{\cdot} : a^{\cdot\cdot} : z\,.\,a^{\cdot\cdot\cdot}}$ ist er $= \frac{z+2}{nz+n'+1}$; denn es ist statt des obigen $m$ zu setzen $n$, statt $n$ und $p$, $n'$ und 1.

In der Richtung senkrecht auf $\boxed{z\,.\,a^{\cdot} : z\,.\,a^{\cdot\cdot} : a^{\cdot\cdot\cdot}}$ ist er $= \frac{z+2}{n'z+n+1}$; denn statt $m$ ist zu setzen $n'$, statt $n$ und $p$, $n$ und 1.

In der Richtung senkrecht auf $\boxed{-a^{\cdot} : z\,.\,a^{\cdot\cdot} : z\,.\,a^{\cdot\cdot\cdot}}$ ist der Coëfficient $=$ $\frac{z+2}{n+n'-z}$, weil in der allgemeinen Formel desselben $m$ zu 1 geworden, sein Produkt mit $z$ aber mit dem Zeichen $-$ zu versehen ist, welches aus der Multiplication der Zeichen $+$ und $-$ hervorgeht, für $n$ und $p$ aber, $n$ und $n'$ gesetzt ist.

Wird dieser Coëfficient negativ, so gilt er in der umgekehrten Richtung, d. i. in der nemlichen Dimension, vom Mittelpunkt aus gerichtet gegen eine Fläche $\boxed{a^{\cdot} : z\,.\,-a^{\cdot\cdot} : z\,.\,-a^{\cdot\cdot\cdot}} = \boxed{\frac{1}{z}\,a^{\cdot} : -a^{\cdot\cdot} : -a^{\cdot\cdot\cdot}}$, welches Zeichen den Coëfficienten giebt $= \frac{z+2}{z-n-n'}$, da jetzt auch $m$ zu 1, und $n$ und $p$ zu $n$ und $n'$ geworden, aber die beiden letzteren das Zeichen $-$, als das Produkt von $+$ mit $-$ tragen, während das Produkt $mz = 1\,.\,z$ das Zeichen $+$, als das Produkt von $+$ mit $+$ behält.

Unser Schema zeigt beide umgekehrte Werthe des Coëfficienten an den entsprechenden Stellen, nemlich den ersten in dem Ausschnitt zwischen $a^{\cdot\cdot}$, $a^{\cdot\cdot\cdot}$ und $-\,a^{\cdot}$, den zweiten in dem entgegengesetzten zwischen $a^{\cdot}$, $-\,a^{\cdot\cdot}$ und $-\,a^{\cdot\cdot\cdot}$.

Auf gleiche Weise ergiebt sich der Coëfficient in der Richtung senkrecht auf $\boxed{-z\,.\,a^{\cdot} : a^{\cdot\cdot} : z\,.\,a^{\cdot\cdot\cdot}} = \boxed{-\,a^{\cdot} : \frac{1}{z}\,a^{\cdot\cdot} : a^{\cdot\cdot\cdot}}$ als $\frac{z+2}{nz+n'-1}$, und für die umgekehrte Richtung gegen $\boxed{a^{\cdot} : -\frac{1}{z}\,a^{\cdot\cdot} : -\,a^{\cdot\cdot\cdot}}$ senkrecht, als $\frac{z+2}{1-nz-n'}$.

Eben so in der Richtung senkrecht auf $\boxed{-z\,.\,a^{\cdot} : z\,.\,a^{\cdot\cdot} : a^{\cdot\cdot\cdot}} =$ $\boxed{-\,a^{\cdot} : a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{z}\,a^{\cdot\cdot\cdot}}$ wird der Coëfficient $\frac{z+2}{n'z+n-1}$; der umgekehrte in der gegen $\boxed{a^{\cdot} : -\,a^{\cdot\cdot} : -\frac{1}{z}\,a^{\cdot\cdot\cdot}}$ senkrechten, $\frac{z+2}{1-n-n'z}$.

Und so alle übrige der Ordnung nach, wie sie im Schema Fig. 2. nach der Voraussetzung $z > 1$ gestellt sind.

## §. 3.

Wir geben endlich unserm Schema die gröfseste Allgemeinheit, indem wir angeben, wie eine Fläche $\left[a : \frac{1}{n} a : \frac{1}{n'} a\right]$ jede andre Art von Dimensionen schneidet, senkrecht auf Flächen, die weder in der Hauptzone des Octaëders, noch in der Kantenzone des Würfels liegen, also weder Leucitoïdflächen noch Pyramidenoctaëder-, noch Pyramidenwürfelflächen angehören, sondern den Sechsmalachtflächnern oder Hexakisoctaëdern, welches bekanntlich die allgemeinste Form der von gleichartigen Flächen begrenzten Körper des sphäroëdrischen Systems war, die gleichartigen vollzählig, und in der Begrenzung des Körpers im Gleichgewicht unter sich genommen.

Wir geben der beliebigen Fläche des Systems, in deren Normale der einer Fläche $\left[a : \frac{1}{n} a : \frac{1}{n'} a\right]$ zukommende Werth allgemein bestimmt werden soll, den Ausdruck $\left[a : \frac{1}{y} a : \frac{1}{z} a\right]$; sie wird einen Sechsmalachtflächner geben, wenn $y$ und $z$ endliche Gröfsen, verschieden von einander und verschieden von 1 sind. Fällt eine oder mehrere dieser Bedingungen weg, so reducirt sich der Sechsmalachtflächner auf einen der durch das Zusammenfallen mehrerer Flächen entstehenden Körper mit vierundzwanzig, zwölf, acht oder sechs Flächen.

Das Maximum der Anzahl gleichartiger Dimensionen ist also 24, in welchen wieder entgegengesetzte Richtungen oder Hälften zu unterscheiden sind. Die entgegengesetzten von sechs werden wieder von den Werthen, welche einer Fläche $\left[a : \frac{1}{n} a : \frac{1}{n'} a\right]$ zukommen können, ausgeschlossen, nemlich von denen, welche gegen Flächen gekehrt sind, in deren Zeichen $\left[a : \frac{1}{y} a : \frac{1}{z} a\right]$ die Werthe von $a$ in gleichem positivem Sinn verstanden sind, wie für die Fläche $\left[a : \frac{1}{n} a : \frac{1}{n'} a\right]$. Diese sechs jederzeit in positivem Sinne der letzteren Fläche zugehörigen Werthe in sechs der zu untersuchenden Dimensionen zeigt unser Schema innerhalb des Dreiecks; von den übrigen achtzehn gleichartigen Dimensionen können der Fläche $\left[a : \frac{1}{n} a : \frac{1}{n'} a\right]$ Werthe bald in positivem bald in negativem Sinn zukommen. Die sechsunddreifsig daraus entspringenden Gröfsen vertheilen sich je sechs in die sechs Ausschnitte aufserhalb des Dreiecks, und

folgen in der Lage ihrer Stellen einer eben so festen Ordnung im Schema, wie die zu unterscheidenden Dimensionen mit ihren entgegengesetzten Richtungen im Raume selbst. Unser Schema besitzt also wieder zweiundvierzig für die zu unterscheidenden zweiundvierzig Werthe geeignete Stellen; es sind im allgemeinen die Räume zwischen je drei benachbarten, einer kleinsten, einer mittleren und einer gröfsten Octaëderdimension, so wie die neuen Dimensionen zwischen je drei solchen liegen. Die Formeln für die verschiedenen Coëfficienten sind, wie die Fig. 5. sie darstellt, in der That von ähnlicher Einfachheit, wie die vorigen; ja aus der vorhin ausgesprochenen Regel fliefsen sie wirklich sammt und sonders. Die Zähler sind wieder allen gemeinschaftlich $= y + z + 1 =$ der Summe der Nenner in den als Brüche mit dem Zähler 1 geschriebenen dreierlei Werthen in den Grunddimensionen für die Fläche $\overline{\underline{|a : \frac{1}{y} a : \frac{1}{z} a|}}$; die Nenner sind die Summen der Produkte der Nenner von den Werthen der beiderlei nach derselben Regel geschriebenen Flächen $\overline{\underline{|a : \frac{1}{n} a : \frac{1}{n'} a|}}$ und $\overline{\underline{|a : \frac{1}{y} a : \frac{1}{z} a|}}$ in denselben Grunddimensionen, die zugehörigen positiven oder negativen Zeichen gleichfalls mit einander multiplicirt, und das daraus sich ergebende Zeichen, dem Produkt zu welchem sie gehören, beigefügt. Wenn also die beiden so eben geschriebenen Flächen in gleicher Folge der $a$ zu verstehen sind, so ist der Coëfficient $\frac{y + z + 1}{ny + n'z + 1}$ u. s. f.

Die Einheit $\chi$ in der neuen Dimension aber, wiederum am Octaëder als die Linie aus dem Mittelpunkt nach demjenigen Punkt der Oberfläche gezogen, in welchem dieselbe von der auf $\overline{\underline{|a : \frac{1}{y} a : \frac{1}{z} a|}}$ senkrechten Richtung geschnitten wird, findet sich in der Einheit derselben Octaëderaxe wiederum ausgedrückt

$$\chi = \frac{\sqrt{y^2 + z^2 + 1}}{y + z + 1}$$

so dafs abermals der Coëfficient, wenn sein gemeinschaftlicher Zähler $y + z + 1$ mit $\sqrt{y^2 + z^2 + 1}$ vertauscht wird, in den absoluten Werth der zu bezeichnenden Gröfse in der allgemeinen Einheit des Systemes übergetragen ist.

Es wird jedoch nöthig sein, von der Richtigkeit der oben ausgesprochenen Formeln noch besondere Rechenschaft zu geben.

Es sei also in Fig. 6. $Cy = \frac{1}{y}\,CA = \frac{1}{y}\,a$; $Cz = \frac{1}{z}\,CB = \frac{1}{z}\,a$, und $yz$ die Linie, welche einer Fläche $\boxed{a : \frac{1}{y}a : \frac{1}{z}a}$ in der Ebne $CAB$ zukommt, wenn sie in der auf dieser Ebne in $C$ (als dem Mittelpunkt der Construction) senkrechten Richtung durch einen Punkt geht, der um $1a$ von $C$ absteht, während $CA$ und $CB$ die beiden andern Grunddimensionen $a, a$, folglich $AB$ eine Octaëderkante bezeichnet. Wir fällen das Perpendikel $Cp$ aus $C$ senkrecht auf $yz$, und verlängern es, bis es die Octaëderkante $AB$ in $D$ schneidet; so wird in einer durch $CpD$ und die auf $CAB$ in $C$ senkrechte Linie gelegten Ebne die auf $\boxed{a : \frac{1}{y}a : \frac{1}{z}a}$ senkrechte Richtung liegen; und wenn in Fig. 7. $CpD$ die vorige Linie, $OC$ aber die auf $CAB$ in $C$ senkrechte Grunddimension $a$ ist, so wird $Op$ der Durchschnitt von $\boxed{a : \frac{1}{y}a : \frac{1}{z}a}$ mit $OCD$, $OD$ aber eine von $O$ nach $D$ in der Octaëderfläche $ABO$ gezogene Linie sein; und das Perpendikel $Ct$ aus $C$ auf $Op$, verlängert nach $F$, als dem Durchschnitt mit $OD$, wird die auf $\boxed{a : \frac{1}{y}a : \frac{1}{z}a}$ senkrechte Dimension, und $CF$ die Einheit derselben für das Octaëder sein, dessen halbe Axe $= OC$ ist.

Um zuvörderst den Punkt $D$, oder das Verhältniſs $AD : DB$ in der durch $CpD$ getheilten Octaëderkante zu kennen, ziehen wir in Fig. 6. aus $A$ die Linie $A\vartheta$ parallel mit $yz$; sie schneide die Linie $CD$ in $r$; so ist $C\vartheta = \frac{y}{z}CB$, oder $C\vartheta : CB = y : z$; ferner

$$Ar : r\vartheta = yp : pz = (Cy)^2 : (Cz)^2 = \frac{1}{y^2} : \frac{1}{z^2} = z^2 : y^2$$

und nach der Formel $a : b = uf : v(e+f)$ ist

$$AD : DB = Ar\,.\,C\vartheta : r\vartheta\,.\,CB = z^2 y : y^2 z = z : y = Cy : Cz$$

ferner ist nach der Formel $o : o+p = f(a+b) : ea + f(a+b)$

$$Cr : CD = C\vartheta\,.\,AB : \vartheta B\,.\,AD + C\vartheta\,.\,AB = y(y+z) : (z-y)z + y(y+z) = y(y+z) : z^2 + y^2$$

also $Cr = \frac{y(y+z)}{y^2+z^2}\,CD$

Aber $Cp = \frac{1}{y}\,Cr = \frac{y+z}{y^2+z^2}\,CD$

mithin $Cp : CD = y + z : y^2 + z^2$

$$Cp = \frac{\frac{a}{y} \cdot \frac{a}{z}}{\sqrt{\frac{a^2}{y^2} + \frac{a^2}{z^2}}} = \frac{a}{yz\sqrt{\frac{1}{y^2} + \frac{1}{z^2}}} = \frac{a}{\sqrt{y^2 + z^2}}$$

Daher ist $CD$, in der Einheit der Grunddimension $a$ ausgedrückt,

$$CD = \frac{y^2 + z^2}{y + z}\ Cp = \frac{a\sqrt{y^2 + z^2}}{y + z}$$

Suchen wir jetzt in Fig. 7. den Punkt $F$ in der Linie $OD$ auf der Octaëderfläche $ABO$, so ist fürs erste

$$Ot : tp = (CO)^2 : (Cp)^2 = a^2 : \frac{a^2}{y^2 + z^2} = y^2 + z^2 : 1$$

und nach der Formel $a : b = z\,(i + k) : yi$, oder $b : a = yi : z\,(i + k)$ ist $OF : FD = Ot \,.\, Cp : tp \,.\, CD = (y^2 + z^2)\ (y + z) : 1 \,.\, (y^2 + z^2) = y + z : 1$; und suchen wir die Einheit der neuen Octaëderdimension $CF$, so ist nach der Formel $o : o + p = i\,(a + b) : kb + i\,(a + b)$

$$Ct : CF = Cp \,.\, OD : pD \,.\, OF + Cp \,.\, OD =$$
$$(y + z)\ (y + z + 1) : (y^2 + z^2 - (y + z))\ (y + z) + (y + z)\ (y + z + 1) =$$
$$y + z + 1 : (y^2 + z^2 - y - z) + y + z + 1 = y + z + 1 : y^2 + z^2 + 1$$

also
$$CF = \frac{y^2 + z^2 + 1}{y + z + 1}\ Ct$$

Aber
$$Ct = \frac{CO \,.\, Cp}{\sqrt{(CO)^2 + (Cp)^2}} = \frac{a \cdot \frac{a}{\sqrt{y^2 + z^2}}}{\sqrt{a^2 + \frac{a^2}{y^2 + z^2}}} = \frac{a}{\sqrt{y^2 + z^2 + 1}}$$

folglich die Einheit in der neuen Octaëderdimension $CF$ oder $\chi$, wie oben angeführt war,

$$CF = \chi = \frac{a\sqrt{y^2 + z^2 + 1}}{y + z + 1}$$

Wir suchen aber nunmehr den Werth $Cx$ Fig. 9, welchen eine durch $Os$ gehende Fläche $\boxed{a : \frac{1}{n}a : \frac{1}{n}a}$ von der Richtung $CF$, von $C$ aus gemessen, abschneidet. Wir substituiren dieser Fläche, um das allgemeinere Gesetz jenes Werthes deutlicher zu machen, den noch allgemeineren Ausdruck $\boxed{\frac{1}{p}a : \frac{1}{n}a : \frac{1}{m}a}$, so daſs wir das $\frac{1}{p}\,a$ derselben in der Richtung des $1a$ der Fläche $\boxed{a : \frac{1}{y}a : \frac{1}{z}a}$, also in der Richtung

$CO$, das $\frac{1}{n}a$ in der Richtung des $\frac{1}{y}a$, also in $CA$, Fig. 6 und 8., und das $\frac{1}{m}a$ in der Richtung des $\frac{1}{z}a$, d. i. in $CB$, Fig. 6 und 8. nehmen. Wir legen die Fläche $\boxed{\frac{1}{p}a : \frac{1}{n}a : \frac{1}{m}a}$ durch den Endpunkt $O$ der ersten Grunddimension $CO$, also in die Lage $\boxed{a : \frac{p}{n}a : \frac{p}{m}a}$, so wird sie von den Linien $CA$ und $CB$, Fig. 8. Stücke abschneiden

$$Cn = \frac{p}{n}\,CA, \text{ und } Cm = \frac{p}{m}\,CB.$$

Der Durchschnitt der Linie $nm$ mit $CD$, welches die vorige Bedeutung behält, sei $s$. Wir ziehen $Aq$ parallel mit $nm$; der Durchschnitt von $Aq$ mit $CD$ sei $u$; so ist $Cq = \frac{n}{p} \,.\, Cm = \frac{n}{m}\,CB$, und

$$Cq : qB = \frac{n}{m} : 1 - \frac{n}{m} = n : m - n$$

ferner ist nach der Formel $o : o + p = f(a+b) : ea + f(a+b)$

$$Cu : CD = Cq \,.\, AB : qB \,.\, AD + Cq \,.\, AB = n(y+z) : (m-n)\,z + n\,(y+z) = n\,(y+z) : mz + ny$$

also $$Cu = \frac{n(y+z)}{mz+ny}\,CD$$

Aber $$Cs = \frac{p}{n}\,Cu = \frac{p(y+z)}{ny+mz}\,CD$$

Wenn nun in Fig. 9. $Cs : CD = p(y+z) : ny + mz$, oder

$Cs : sD = p(y+z) : ny + mz - p(y+z)$, so ist

nach der Formel $o : o + p = i(a+b) : kb + i(a+b)$

$$Cx : CF = Cs \,.\, OD : sD \,.\, OF + Cs \,.\, OD =$$
$$p(y+z)\,(y+z+1) : (ny+mz-py-pz)\,(y+z) + p(y+z)\,(y+z+1) = p(y+z+1) : ny + mz + p \,.\, 1$$

also $$Cx = \frac{p\,(y+z+1)}{ny+mz+p\,.\,1}\,CF$$

Aber $Cx$ war das Stück, das auf $CF$ durch $\boxed{a : \frac{p}{n}a : \frac{p}{m}a}$ abgeschnitten wurde; folglich ist das Stück, welches durch $\boxed{\frac{1}{p}a : \frac{1}{n}a : \frac{1}{m}a}$ abgeschnitten wird,

$= \frac{1}{p}\ Cx = \frac{y+z+1}{ny+mz+p.1}\ CF = \frac{a\sqrt{y^2+z^2+1}}{ny+mz+p.1} = \frac{\sqrt{y^2+z^2+1}}{ny+mz+p.1}$,
wenn $a = 1$ gesetzt wird.

So sehen wir also wiederum, daſs in dem Coëfficienten $\frac{y+z+1}{ny+mz+p.1}$ der Zähler die Summe der Nenner ist von den einzelnen Werthen in $\boxed{\frac{1}{1}a : \frac{1}{y}a : \frac{1}{z}a}$, während der Nenner des Coëfficienten die Summe ist von den Produkten der Nenner in den Ausdrücken beider Flächen, $\boxed{\frac{1}{1}a : \frac{1}{y}a : \frac{1}{z}a}$ und $\boxed{\frac{1}{p}a : \frac{1}{n}a : \frac{1}{m}a}$, jede so geschrieben, daſs die Dimensionswerthe Brüche sind mit dem Zähler 1, und je zwei Nenner mit einander multiplicirt, welche den in gleicher Richtung genommenen Dimensionswerthen der beiderlei Flächen zukommen. Fügen wir noch hinzu, daſs diese Nenner zugleich die positiven oder negativen Zeichen der Dimensionswerthe tragen, denen sie angehören, so haben wir die Regel für die Bildung der sämmtlichen zweiundvierzig Coëfficienten, welche wieder nur die verschiedenen möglichen Combinationen von $n, m, p$, mit $\pm 1, y, z$ enthalten und, wie immer, erschöpfen.

Kehren wir also zurück zu unserm von Anfang gewählten Ausdruck einer Fläche $\boxed{a : \frac{1}{n}a : \frac{1}{n'}a}$, setzen wir sie an die Stelle der vorigen $\boxed{\frac{1}{p}a : \frac{1}{n}a : \frac{1}{m}a}$ und unterscheiden wir ihre verschiednen $a$, die sie bald mit den einen, bald mit den andern $a$ einer Fläche $\boxed{a : \frac{1}{y}a : \frac{1}{z}a}$ in gemeinschaftlicher Richtung hat, so ist für $\boxed{a^{\cdot} : \frac{1}{n}a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{n'}a^{\cdot\cdot\cdot}}$ in der Richtung senkrecht auf $\boxed{a^{\cdot} : \frac{1}{y}a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{z}a^{\cdot\cdot\cdot}}$, $\chi$ als Einheit dieser Dimension genommen, der Coëfficient $= \frac{y+z+1}{ny+n'z+1.1}$; denn es wurde für $p$, 1, für $m$, $n'$ gesetzt, $n$ aber in der vorigen Bedeutung des allgemeinen Coëfficienten gelassen.

So wird für $\boxed{a^{\cdot} : \frac{1}{n}a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{n'}a^{\cdot\cdot\cdot}}$ in der Richtung senkrecht auf $\boxed{a^{\cdot} : \frac{1}{z}a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{y}a^{\cdot\cdot\cdot}}$ der Coëfficient $= \frac{y+z+1}{nz+n'y+1.1}$; denn $n$ steht für $m$, $n'$ für $n$, 1 für $p$.

So wird ferner für $\boxed{a^{\cdot} : \frac{1}{n}a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{n'}a^{\cdot\cdot\cdot}}$ in der Richtung senkrecht auf $\boxed{\frac{1}{y}a^{\cdot} : a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{z}a^{\cdot\cdot\cdot}}$ der Coëfficient $= \frac{y+z+1}{1.y+n.1+n'z}$;
in der senkrecht auf $\boxed{\frac{1}{y}a^{\cdot} : \frac{1}{z}a^{\cdot\cdot} : a^{\cdot\cdot\cdot}}$ wird er $= \frac{y+z+1}{1.y+nz+n'.1}$;

senkrecht auf $\boxed{\frac{1}{z}a^{\cdot} : a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{y}a^{\cdot\cdot\cdot}}$ wird er $= \frac{y+z+1}{1.z+n.1+n'.y}$;
und senkrecht auf $\boxed{\frac{1}{z}a^{\cdot} : \frac{1}{y}a^{\cdot\cdot} : a^{\cdot\cdot\cdot}}$ wird er $= \frac{y+z+1}{1.z+n.y+n'.1}$;
wie diese Coëfficienten in der Fig. 5. an den innerhalb des Dreiecks fallenden Stellen sich finden, durch welche Richtungen bezeichnet werden, die zwischen $+a^{\cdot}$, $+a^{\cdot\cdot}$ und $+a^{\cdot\cdot\cdot}$ liegen.

Was die zwischen $-a^{\cdot}$, oder $-a^{\cdot\cdot}$, $-a^{\cdot\cdot\cdot}$ und eine oder zwei $+a$.... fallenden Richtungen betrift, so ist der der Fläche $\boxed{a^{\cdot} : \frac{1}{n}a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{n'}a^{\cdot\cdot\cdot}}$ in Bezug auf sie zukommende Coëfficient auch klar durch das vorige bestimmt; er wird, wie man sieht, wenn die Rede ist von der Richtung senkrecht auf $\boxed{-a^{\cdot} : \frac{1}{y}a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{z}a^{\cdot\cdot\cdot}}$ kein andrer sein, als $\frac{y+z+1}{-1+n.y+n'z}$ u.s.f.

Die Stellen, welche den einzelnen Coëfficienten in unserm Schema gebühren, werden im allgemeinen abhängig sein von der Relation der Werthe, welche man den Gröfsen 1, $n$ und $n'$; 1, $y$ und $z$ giebt. Wenn wir setzen $n' > n > 1$, wie wir in den früheren Schemen gethan haben, so liegt die Fläche $\boxed{a : \frac{1}{n}a : \frac{1}{n'}a}$ dem Mittelpunkt der Construction am nächsten in dem Raume, welcher in unserm Dreieck eingeschlossen ist zwischen dem Mittelpunkt desselben, der Mitte der Seite zwischen $\frac{1}{n}$ und $\frac{1}{n'}$, und der mit $\frac{1}{n'}$ bezeichneten Ecke. Der Coëfficient, welcher in diesem Raume steht, mufs also unter jener Voraussetzung immer der kleinste, sein Nenner folglich der gröfste sein. Dies ist für die Summe der drei Produkte von drei gegebnen Gröfsen 1, $n$, $n'$, mit einer anderen von drei gegebenen anderen 1, $y$, $z$ nur dann der Fall, wenn die gröfsten mit den gröfsten, die mittleren mit den mittleren, die kleinsten mit den kleinsten multiplicirt werden.

Setzen wir also $z > y > 1$, so ist die Summe der Produkte die gröfseste von $n'z + ny + 1.1$. Es gehört also unter dieser Voraussetzung an die genannte Stelle in unserm Dreieck der Coëfficient $\frac{z+y+1}{n'z+ny+1}$. Dies ist aber die Formel für den Coëfficienten, welcher der Fläche $\boxed{a^{\cdot} : \frac{1}{n}a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{n'}a^{\cdot\cdot\cdot}}$ in der Richtung senkrecht auf $\boxed{a^{\cdot} : \frac{1}{y}a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{z}a^{\cdot\cdot\cdot}}$ zukommt; und es ist klar, dafs an dieser Stelle der kleinste Coëfficient liegen mufs, wenn für die Fläche $\boxed{a : \frac{1}{y}a : \frac{1}{z}a}$ die kleinsten, mittleren und gröfsesten

Werthe in den Grunddimensionen in derselben Folge liegen, wie in der Fläche $\boxed{a : \frac{1}{n} a : \frac{1}{n'} a}$.

Die übrigen Stellen, und welche Coëfficienten ihnen angehören, folgt der Bestimmung der ersten. In dem Ausschnitt zwischen dem Mittelpunkt des Dreiecks, der Mitte zwischen 1 und $\frac{1}{n'}$, und der Ecke $\frac{1}{n'}$ mufs der Coëfficient zu stehen kommen, welcher der Fläche $\boxed{a^{\cdot} : \frac{1}{n} a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{n'} a^{\cdot\cdot\cdot}}$ zukommt in der Richtung senkrecht auf derjenigen Fläche $\boxed{a : \frac{1}{y} a : \frac{1}{z} a}$, welche mit der vorigen $\boxed{a^{\cdot} : \frac{1}{y} a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{z} a^{\cdot\cdot\cdot}}$ gemein behält das $a^{\cdot\cdot\cdot}$, und vertauscht das $a^{\cdot}$ und $a^{\cdot\cdot}$, also auf $\boxed{\frac{1}{y} a^{\cdot} : a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{z} a^{\cdot\cdot\cdot}}$; für diese Richtung aber ist der Coëfficient $\frac{z+y+1}{n'z+1 \,.\, y+n \,.\, 1}$.

Die beiden Coëfficienten $\frac{z+y+1}{n'z+ny+1}$ und $\frac{z+y+1}{n'z+y+n}$ werden gleich oder fallen in Einen zusammen, wenn $y = 1$; und ihr gemeinschaftlicher Ausdruck wird $\frac{z+2}{n'z+n+1}$, wie in Fig. 2. Dort aber war es der des Coëfficienten für $\boxed{a^{\cdot} : \frac{1}{n} a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{n'} a^{\cdot\cdot\cdot}}$ in der Richtung senkrecht auf $\boxed{z \,.\, a^{\cdot} : z \,.\, a^{\cdot\cdot} : a^{\cdot\cdot\cdot}} = \boxed{a^{\cdot} : a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{z} a^{\cdot\cdot\cdot}}$, auf welchen letzteren Ausdruck sich jetzt die Fläche $\boxed{\frac{1}{y} a^{\cdot} : a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{z} a^{\cdot\cdot\cdot}}$ reducirt, wenn $y = 1$.

Ferner mufs in dem Ausschnitt zwischen dem Mittelpunkt des Dreiecks, der Ecke $\frac{1}{n}$, und der Mitte zwischen $\frac{1}{n}$ und $\frac{1}{n'}$ derjenige Coëfficient stehen, welcher der Fläche $\boxed{a^{\cdot} : \frac{1}{n} a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{n'} a^{\cdot\cdot\cdot}}$ zukommt in der Richtung senkrecht auf einer Fläche $\boxed{a : \frac{1}{y} a : \frac{1}{z} a}$, die mit der Fläche $\boxed{a^{\cdot} : \frac{1}{y} a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{z} a^{\cdot\cdot\cdot}}$ vertauscht ihr $a^{\cdot\cdot}$ und $a^{\cdot\cdot\cdot}$, und gemeinschaftlich behält das $a^{\cdot}$, d. i. in der Richtung senkrecht auf $\boxed{a^{\cdot} : \frac{1}{z} a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{y} a^{\cdot\cdot\cdot}}$; wir wissen aber: für diese Richtung gilt der Coëfficient $\frac{z+y+1}{nz+n'y+1 \,.\, 1}$. Dieser Coëfficient wird identisch mit dem ersten $\frac{z+y+1}{n'z+ny+1}$, wenn $z = y$. Dies wird der Fall sein müssen, der sich auf eine Pyramiden-Octaëderfläche bezieht, wenn $z = y > 1$. Dafs auch dieser Fall mit dem in der Fig. 2. ihm correspondirenden Coëfficienten $\frac{z+2}{z+n+n'}$ stimmt, sehen wir leicht. Hier wurde die Fläche gedacht als $\boxed{a^{\cdot} : z \,.\, a^{\cdot\cdot} : z \,.\, a^{\cdot\cdot\cdot}}$, in unserm jetzigen als $\boxed{a^{\cdot} : \frac{1}{z} a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{z} a^{\cdot\cdot\cdot}}$. Setzen wir aber in den Werth $\frac{z+2}{z+n+n'}$, $\frac{1}{z}$ für $z$, so ist $\frac{\frac{1}{z}+2}{\frac{1}{z}+n+n'} = \frac{1+2z}{1+(n+n')z}$. Und wenn wir in den obigen zwei identisch werdenden Coëfficienten $\frac{z+y+1}{nz+n'y+1}$ und $\frac{z+y+1}{n'z+ny+1}$, nach der

Gleichung $z = y$, für $y$ auch $z$ schreiben, so verwandeln sich beide in $\frac{2z+1}{z(n'+n)+1} = \frac{1+2z}{1+(n+n')z}$.

Es ist einleuchtend, dafs alle sechs Coëfficienten im Innern des Dreiecks in Einen Werth zusammenfallen, wenn $z = y = 1$, d. i. im Fall es die Octaëderfläche wird, auf welcher die gesuchte Richtung senkrecht steht. Und dann reduciren sich die sechs Ausdrücke in den Einen, schon aus unsern frühern Schemen bekannten, $\frac{3}{n'+n+1}$.

Es ist nicht minder deutlich, dafs an der Stelle aufserhalb des Dreiecks, welche in der Linie von der Ecke $\frac{1}{n'}$ bis nach der Mitte zwischen $\frac{1}{n'}$ und $\frac{1}{n}$ an die erste bezeichnete Stelle grenzt, d. i. in dem Ausschnitt, welcher sich zwischen den bezeichneten zwei Punkten und einer Mitte zwischen $\frac{1}{n}$, $\frac{1}{n'}$ und $-1$ befindet, ein Coëfficient stehen mufs, der sich auf die Richtung bezieht senkrecht auf $\boxed{-a^{\cdot} : \frac{1}{y} a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{z} a^{\cdot\cdot\cdot}}$; denn die beiden letzteren Werthe mufs diese Fläche gemein haben mit der, auf welche der erste Coëfficient sich bezog, der für $\boxed{a^{\cdot} : \frac{1}{y} a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{z} a^{\cdot\cdot\cdot}}$ galt; den Werth in $a^{\cdot}$ aber mufs sie im negativen Sinn mit derselben gemein haben. Der Coëfficient aber, der der Fläche $\boxed{a^{\cdot} : \frac{1}{n} a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{n'} a^{\cdot\cdot\cdot}}$ zukommt in der Richtung senkrecht auf $\boxed{-a^{\cdot} : \frac{1}{y} a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{z} a^{\cdot\cdot\cdot}}$, ist $\frac{z+y+1}{n'z+ny-1.1}$.

Auch dieser Coëfficient wird mit dem ersten $\frac{z+y+1}{n'z+ny+1}$ zusammenfallen, wenn in dem Ausdruck $\boxed{\frac{1}{1} a : \frac{1}{y} a : \frac{1}{z} a}$ der Divisor des ersten $a =$ Null wird, d. i. wenn die Rede ist von einer Richtung senkrecht auf einer Fläche $\boxed{\infty a^{\cdot} : \frac{1}{y} a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{z} a^{\cdot\cdot\cdot}}$. Man sieht, dafs dies die Fläche eines Pyramidenwürfels wäre, und dafs die beiden erwähnten Coëfficienten werden würden $= \frac{z+y}{n'z+ny}$. In Fig. 2. aber hiefs dieselbe Fläche $\boxed{\infty a^{\cdot} : z a^{\cdot\cdot} : a^{\cdot\cdot\cdot}} = \boxed{\infty a^{\cdot} : a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{z} a^{\cdot\cdot\cdot}}$. Setzen wir aber statt $\frac{1}{y}$ $a^{\cdot\cdot}$ im ersten Ausdruck $1 a^{\cdot\cdot}$, also für $y$, $1$, so ist der Coëfficient $\frac{z+y}{n'z+ny} = \frac{z+1}{n'z+n}$, wie er in Fig. 2. hiefs.

Wir überzeugen uns eben so, dafs in dem benachbarten Ausschnitt links vom vorigen in unserm Schema, der Coëfficient stehen mufs, welcher sich bezieht auf die Richtung senkrecht auf $\boxed{-a^{\cdot} : \frac{1}{z} a^{\cdot\cdot} : \frac{1}{y} a^{\cdot\cdot\cdot}}$. Dies giebt ihn $= \frac{z+y+1}{nz+n'y-1}$. Wiederum, wenn für 1, Null gesetzt, er also in den verwandelt wird, welcher sich auf die Pyramidenwürfel-

fläche $\boxed{\infty a' : \frac{1}{z} a'' : \frac{1}{y} a'''}$ bezieht, so wird er mit dem in unserm Schema über ihm stehenden Coëfficienten $\frac{z+y+1}{nz+n'y+1}$ identisch, und beide zu $\frac{z+y}{nz+n'y}$. Dieser Ausdruck, verglichen mit dem ihm correspondirenden $\frac{z+1}{nz+n}$ in Fig. 2. löset sich in denselben Werth auf, wenn die Fläche $\boxed{\infty a' : \frac{1}{z} a'' : \frac{1}{y} a'''}$ auf denselben Ausdruck zurückgeführt wird, der ihr in Fig. 2. gegeben war, d. i. auf $\boxed{\infty a' : a'' : z a'''}$ $=$ $\boxed{\infty a' : \frac{1}{z} a'' : a'''}$, also wenn $y = 1$ gesetzt wird.

Alle vier Coëfficienten $\frac{z+y+1}{n'z+ny+1}$, $\frac{z+y+1}{nz+n'y+1}$, $\frac{z+y+1}{n'z+ny-1}$ und $\frac{z+y+1}{nz+n'y-1}$ müssen in Einen Werth zusammenfallen, wenn $1 = 0$, und $z = y$ gesetzt wird. Die vier Flächen, auf welche sie sich beziehen, fallen dann zusammen in die Granatoëderfläche $\boxed{\infty a' : a'' : a'''}$ $=$ $\boxed{\infty a' : \frac{1}{z} a'' : \frac{1}{z} a'''}$; der gemeinschaftliche Werth des Coëfficienten ist $= \frac{2z}{z(n'+n)} = \frac{2}{n'+n}$, wie er aus dem ersten Schema bekannt ist.

Nach diesen Regeln geht das Schema unsrer Fig. 5. aus der Voraussetzung $z > y > 1$ und $n' > n > 1$ hervor. Setzte man hingegen $y > z > 1$, während immer $n' > n > 1$, so tauschten je zwei Coëfficienten wie $\frac{z+y+1}{n'z+ny+1}$ und $\frac{z+y+1}{nz+n'y+1}$ ihre Stellen. Letzteres würde dann wiederum der k l e i n s t e sein, welcher, so lange $n' > n > 1$, immer an der nemlichen Stelle unsers Dreiecks stehen mufs. Nach den verschiedenen möglichen Voraussetzungen $z > y > 1$, $y > z > 1$, $y > 1 > z$, $z > 1 > y$, $1 > y > z$, $1 > z > y$ würden der Reihe nach alle die sechs Coëfficienten innerhalb unsers Dreiecks an die Stelle unsers $\frac{z+y+1}{n'z+ny+1}$ zu stehen kommen; und umgekehrt würde dieser Werth fortrücken in der so eben angefangenen Richtung nach der Reihe der Voraussetzungen $z > y > 1$, $y > z > 1$, $y > 1 > z$, $1 > y > z$, $1 > z > y$, und $z > 1 > y$.

## §. 4.

Wir können ohne Schwierigkeit, was wir von dem sphäroëdrischen System hier entwickelt haben, auf die übrigen Systeme anwenden, welche auf drei unter einander rechtwinklichen, aber ungleichen Grunddimensionen beruhen. Wir setzen also die drei $a$ verschieden, als $a$, $b$, $c$, und suchen die Werthe in den Richtungen senkrecht auf einer Fläche

$\boxed{\frac{1}{y}a : \frac{1}{z}b : 1c}$ für eine gegebene Fläche $\boxed{\frac{1}{n}a : \frac{1}{m}b : \frac{1}{p}c}$. So ist, mit Beibehaltung ganz der vorigen Construction, in Fig. 6, $CA = a$, $CB = b$, $Cy = \frac{1}{y}a$, $Cz = \frac{1}{z}b$ und $Ar : r\vartheta = yp : pz = \frac{a^2}{y^2} : \frac{b^2}{z^2} = z^2a^2 : y^2b^2$; also

$$AD : DB = Ar \,.\, C\vartheta : r\vartheta \,.\, CB = z^2a^2\frac{y}{z} : y^2b^2 \,.\, 1 = za^2 : yb^2$$

$$Cr : CD = C\vartheta \,.\, AB : \vartheta B \,.\, AD + C\vartheta \,.\, AB = \frac{y}{z}(za^2+yb^2) : \left(1-\frac{y}{z}\right)za^2 + \frac{y}{z}(za^2+yb^2) = y(za^2+yb^2) : z^2a^2+y^2b^2$$

$$Cr = \frac{y(za^2+yb^2)}{z^2a^2+y^2b^2}CD$$

$$Cp = \frac{1}{y}Cr = \frac{za^2+yb^2}{z^2a^2+y^2b^2}CD;$$

aber auch $$Cp = \frac{ab}{yz\sqrt{\frac{a^2}{y^2}+\frac{b^2}{z^2}}} = \frac{ab}{\sqrt{z^2a^2+y^2b^2}}$$

folglich $$CD = \frac{z^2a^2+y^2b^2}{za^2+yb^2}Cp = \frac{ab\sqrt{z^2a^2+y^2b^2}}{za^2+yb^2} = \frac{\sqrt{\frac{1}{y^2b^2}+\frac{1}{z^2a^2}}}{\frac{1}{yb^2}+\frac{1}{za^2}}$$

In Fig. 7. ist ferner $CO = c$, und $Ot : tp = c^2 : \frac{a^2b^2}{z^2a^2+y^2b^2}$

$$OF : FD = Ot \,.\, Cp : tp \,.\, CD = c^2(za^2+yb^2) : \frac{a^2b^2}{z^2a^2+y^2b^2}(z^2a^2+y^2b^2) = c^2(za^2+yb^2) : a^2b^2$$

$$Ct : CF = Cp.OD : pD \,.\, OF + Cp.OD = (za^2+yb^2)(a^2b^2+za^2c^2+yb^2c^2 : ((z^2-z)a^2+(y^2-y)b^2)\times c^2(za^2+yb^2) + (za^2+yb^2)(a^2b^2+(za^2+yb^2)c^2) = a^2b^2+za^2c^2+yb^2c^2 : (z^2a^2+y^2b^2)c^2+a^2b^2$$

Aber $$Ct : CF = a^2b^2+za^2c^2+yb^2c^2 : a^2b^2+z^2a^2c^2+y^2b^2c^2 = \frac{1}{c^2}+\frac{z}{b^2}+\frac{y}{a^2} : \frac{1}{c^2}+\frac{z^2}{b^2}+\frac{y^2}{a^2}$$

Nun ist $$Ct = \frac{CO \,.\, Cp}{Op} = \frac{abc}{\sqrt{z^2a^2+y^2b^2}\,.\,\sqrt{\frac{a^2b^2}{z^2a^2+y^2b^2}+c^2}} = \frac{abc}{\sqrt{a^2b^2+z^2a^2c^2+y^2b^2c^2}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{c^2}+\frac{z^2}{b^2}+\frac{y^2}{a^2}}}$$

also ist $CF$ oder die Einheit in der Dimension senkrecht auf $\left|\frac{1}{y}a : \frac{1}{z}b : c\right|$ in dem Octaëder $\left|a : b : c\right|$,

$$CF = \frac{a^2b^2 + z^2a^2c^2 + y^2b^2c^2}{a^2b^2 + za^2c^2 + yb^2c^2}\; Ct = \frac{abc\sqrt{a^2b^2 + z^2a^2c^2 + y^2b^2c^2}}{a^2b^2 + za^2c^2 + yb^2c^2} = \frac{\sqrt{\frac{1}{c^2} + \frac{z^2}{b^2} + \frac{y^2}{a^2}}}{\frac{1}{c^2} + \frac{z}{b^2} + \frac{y}{a^2}}$$

Wenn nun wiederum für die Fläche $\left|\frac{1}{n}a : \frac{1}{m}a : \frac{1}{p}c\right|$, durch den Endpunkt von $c$ gelegt, mithin als $\frac{p}{n}a : \frac{p}{m}b : c$ angesehen, in Fig. 8. $Cn = \frac{p}{n}CA = \frac{p}{n}\,a$ und $Cm = \frac{p}{m}CB = \frac{p}{m}\,b$ ist, und wiederum $Cq : qB = \frac{n}{p}\cdot\frac{p}{m}\,b : (1 - \frac{n}{m})\,b = n : m - n$,

so wird $Cu : CD = Cq.AB : qB.AD + Cq.AB = n.(za^2 + yb^2) : (m-n)\,za^2 + n\,(za^2 + yb^2) = n\,(za^2 + yb^2) : mza^2 + nyb^2$

$$Cu = \frac{n\,(za^2 + yb^2)}{mza^2 + nyb^2}\; CD$$

$$Cs = \frac{p}{n}\,Cu = \frac{p\,(za^2 + yb^2)}{mza^2 + nyb^2}\; CD$$

folglich der der Fläche $\left|\frac{1}{n}a : \frac{1}{m}b : \frac{1}{p}c\right|$ selbst in der Richtung $CD$ angehörige Werth $= \frac{1}{p}\,Cs = \frac{za^2 + yb^2}{mza^2 + nyb^2}\; CD$

Und in Fig. 9. wird, da $Cs : sD = p\,(za^2 + yb^2) : (m-p)\,za^2 + (n-p)\,yb^2$,

$$Cx : CF = Cs.OD : sD.OF + Cs.OD = p\,(za^2 + yb^2)\,(a^2b^2 + za^2c^2 + yb^2c^2) : ((m-p)\,za^2 + (n-p)\,yb^2)\,c^2\,(za^2 + yb^2) + p\,(za^2 + yb^2)\,(a^2b^2 + za^2b^2 + yb^2c^2) = p\,(a^2b^2 + za^2c^2 + yb^2c^2) : mza^2c^2 + nyb^2c^2 + pa^2b^2$$

$$Cx = \frac{p\,(a^2b^2 + za^2c^2 + yb^2c^2)}{p.1.a^2b^2 + nyb^2c^2 + mza^2c^2}\; CF$$

So wie aber $Cx$ der durch $O$, d. i. durch den Punkt $1.c$ gelegten Fläche $\left|\frac{p}{n}a : \frac{p}{m}b : c\right|$ in der Richtung $CF$ zukam, so kommt der durch $\frac{1}{p}\,c$ gelegten Fläche $\left|\frac{1}{n}a : \frac{1}{m}b : \frac{1}{p}c\right|$ in dieser Richtung der Werth zu

$$= \frac{1}{p}\,Cx = \frac{1.a^2b^2 + yb^2c^2 + za^2c^2}{p.1.a^2b^2 + nyb^2c^2 + mza^2c^2}\; CF = \frac{\frac{1}{c^2} + \frac{y}{a^2} + \frac{z}{b^2}}{\frac{1.p}{c^2} + \frac{n.y}{a^2} + \frac{m.z}{b^2}}\; CF =$$

$$\frac{\sqrt{\frac{y^2}{a^4} + \frac{z^2}{b^4} + \frac{1}{c^4}}}{\frac{n.y}{a^2} + \frac{m.z}{b^2} + \frac{p.1}{c^2}}$$

Und dies ist der gesuchte Werth in der Richtung senkrecht auf $\boxed{\frac{1}{y}a : \frac{1}{z}b : c}$ für die Fläche $\boxed{\frac{1}{n}a : \frac{1}{m}b : \frac{1}{p}c}$.

Wegen der Ungleichheit der Dimensionen *a, b, c* ist auch eine Fläche $\boxed{\frac{1}{z}a : \frac{1}{y}b : c}$ u.s.f. der vorigen $\boxed{\frac{1}{y}a : \frac{1}{z}b : c}$ ganz ungleichartig, und daher die Wiederholung analoger Flächen durch Umtausch der Coëfficienten in den verschiedenartigen Grunddimensionen in der Natur solcher Systeme nicht gegründet. Für sie würde daher das Schema Fig. 5. sich vereinfachen in das Fig. 10., wo bloſs der Unterschied positiver und negativer Gröſsen in den Dimensionen *a, b, c* bleibt, die Coëfficienten einer jeden übrigens unverändert gelassen werden. Dies giebt im allgemeinen acht zu unterscheidende Richtungen; senkrecht gegen $\boxed{\frac{1}{y}a : \frac{1}{z}b : c}$ oder gegen $\boxed{-\frac{1}{y}a : -\frac{1}{z}b : -c}$; gegen $\boxed{\frac{1}{y}a : \frac{1}{z}b : -c}$ oder gegen $\boxed{-\frac{1}{y}a : -\frac{1}{z}b : c}$; $\boxed{\frac{1}{y}a : -\frac{1}{z}b : c}$ oder $\boxed{-\frac{1}{y}a : \frac{1}{z}b : -c}$; und $\boxed{-\frac{1}{y}a : \frac{1}{z}b : c}$ oder $\boxed{\frac{1}{y}a : -\frac{1}{z}b : -c}$.

Von den letzteren sechs Werthen zeigt das Schema, Fig. 10. die drei, welche den gröſseren Ausschnitten auſserhalb des Dreiecks zugehören; ihre negativen, in den entgegengesetzten kleineren Ausschnitten hinzuzufügen, wäre überflüssig. Für den entgegengesetzten des ersten bedarf es im Schema wieder keiner Stelle, da er negirt ist, wenn in beiden Flächen $\boxed{\frac{1}{y}a : \frac{1}{z}b : c}$ und $\boxed{\frac{1}{n}a : \frac{1}{m}b : \frac{1}{p}c}$ die entsprechenden Dimensionen alle in gleicher positiver Richtung genommen werden.

Es ist an sich klar, daſs, wenn eine der Gröſsen *y*, *z*, oder 1 (als Divisor des *c*) im Zeichen $\boxed{\frac{1}{y}a : \frac{1}{z}b : c} =$ Null gesetzt wird, der Coëfficient innerhalb des Dreiecks mit einem der angrenzenden auſserhalb identisch wird; seine Stelle rückt dann in die zwischen beiden liegende Seite des Dreiecks, und die gemeinte Richtung, in welcher er den Werth der Fläche $\boxed{\frac{1}{n}a : \frac{1}{m}b : \frac{1}{p}c}$ angiebt, ist dann senkrecht auf einer Fläche aus einer der drei Zonen, deren Axen parallel sind mit einer der drei Grunddimensionen *a, b,* oder *c*.

## §. 5.

Der Fall des viergliedrigen Systems ist bekanntlich der, in welcher zwei der rechtwinklichen Grunddimensionen unter einander gleich sind,

aber verschieden von der dritten. Wir setzen also $a = b$, so verwandelt sich in der Form des Coëfficienten der gemeinschaftliche Zähler in $\frac{y+z}{a^2} + \frac{1}{c^2}$, der Nenner aber in die verschiedenen Werthe, wie sie das Schema Fig. 11. giebt, mit Weglassung der entgegengesetzten von den geschriebenen. Es verdoppelt sich nemlich wieder die Zahl der gleichartigen Flächen gegen die vorige; die beiden gleichen $a$ vertauschen ihre Coëfficienten wechselsweise und geben dann mit dem unveränderten $c$ völlig gleiche Flächen; es sind die, welche zusammen einen Vierundvierkantner bilden. Sie liegen um die Endspitze $c$ symmetrisch herum, welches in Fig. 11. unmittelbar einleuchten würde, wenn wir nicht der Bequemlichkeit des Raumes wegen, statt der in den kleinen Ausschnitt an $c$ gehörigen, die ihnen entgegengesetzten im unteren grofsen Ausschnitt, geschrieben hätten. Im sphäroëdrischen System stellen sich um jede Octaëderecke drei Reihen solcher Vierundvierkantner und bilden den Sechsmalachtflächner. Welche je acht nebst den ihnen parallelen es sind, sieht man jetzt in der Fig. 5. sehr leicht. Nur die äufserste der drei um die obere Ecke des Dreiecks herumliegenden Reihen hat uns ihr Gegenstück in Fig. 11. gegeben; wir hätten jede der beiden anderen, die mittlere oder die innere Reihe wählen können; aber wenn wiederum $z > y > 1$, und $m > n > p$, so sind theils die Stellen, theils die jedesmaligen Combinationen der Gröfsen, aus welchen der Nenner des Coëfficienten zusammengesetzt wird, an den verschiedenen Stellen als diejenigen bestimmt, welche die Fig. 11. darlegt.



# Verbesserungen.

Seite 79, Zeile 2 und 3. v. u. statt der Worte: dafs Lagrange und noch weniger seine Vorgänger eine u.s.w. lies: dafs Lagrange und seine Vorgänger keine u.s.w.

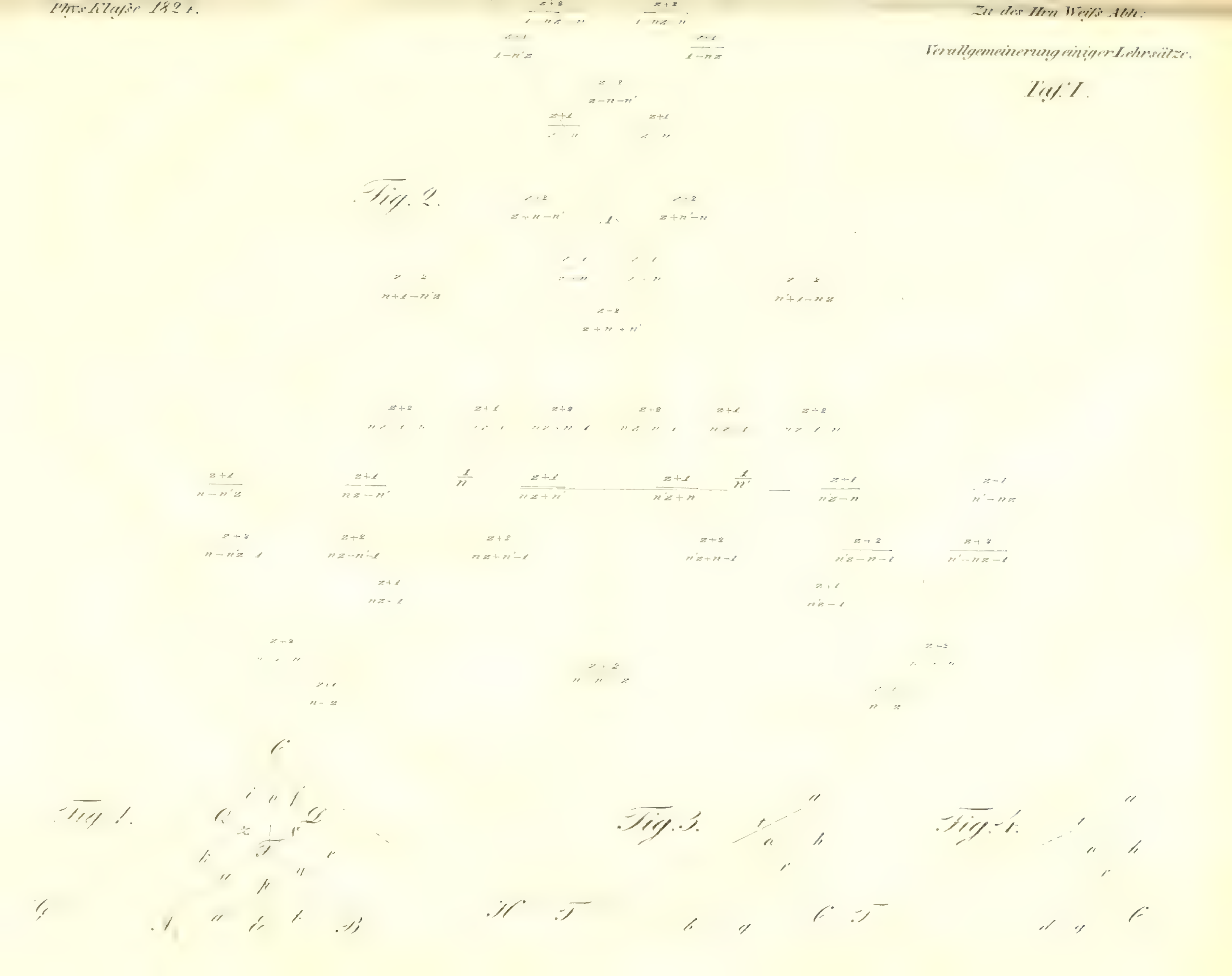
\- 92, - 4. v.u. statt dritte, lies: zweite.

---

Der Leser beliebe in den Abhandlungen der physikalischen Klasse Band 1822-1823. Seite 199. Zeile 23. v.o. statt Grund, Grad zu lesen.



Taf. I.





Zu des Hrn. Weiss Abh.

Verallgemeinerung einiger Lehrsätze

Taf. II

Fig. 5



Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

$\frac{c}{p}$

$$\frac{\frac{y}{a^2}+\frac{z}{b^2}+\frac{t}{c^2}}{\frac{ny}{a^2}+\frac{pt}{c^2}-\frac{mz}{b^2}} \qquad \frac{\frac{y}{a^2}+\frac{z}{b^2}+\frac{t}{c^2}}{\frac{mz}{b^2}+\frac{pt}{c^2}-\frac{ny}{a^2}}$$

$$\frac{\frac{y}{a^2}+\frac{z}{b^2}+\frac{t}{c^2}}{\frac{ny}{a^2}+\frac{mz}{b^2}+\frac{pt}{c^2}}$$

$\frac{a}{n}$ $\frac{b}{m}$

$$\frac{\frac{y}{a^2}+\frac{z}{b^2}+\frac{t}{c^2}}{\frac{ny}{a^2}+\frac{mz}{b^2}-\frac{pt}{c^2}}$$

Fig. 11.

$\frac{c}{p}$

$$\frac{\cdots\cdots}{\frac{ny-mz}{a^2}+\frac{p}{c^2}} \qquad \frac{\cdots\cdots}{\frac{nz-my}{a^2}+\frac{p}{c^2}} \qquad \frac{\frac{y+z}{a^2}+\frac{t}{c^2}}{\frac{nz+my}{a^2}+\frac{p}{c^2}} \qquad \frac{\frac{y+z}{a^2}+\frac{t}{c^2}}{\frac{ny+mz}{a^2}+\frac{p}{c^2}} \qquad \frac{\cdots\cdots}{\frac{mz-ny}{a^2}+\frac{p}{c^2}} \qquad \frac{\cdots\cdots}{\frac{my-nz}{a^2}+\frac{p}{c^2}}$$

$\frac{a}{n}$ $\frac{a}{m}$

$$\frac{\cdots\cdots}{\frac{nz+my}{a^2}-\frac{p}{c^2}} \qquad \frac{\cdots\cdots}{\frac{my+nz}{a^2}-\frac{p}{c^2}}$$



# Abhandlungen

der

# mathematischen Klasse

der

Königlichen

Akademie der Wissenschaften

zu Berlin.

Aus dem Jahre

1824.

Berlin.

Gedruckt in der Druckerei der Königlichen Akademie
der Wissenschaften.

1826.

In Commission bei F. Dümmler.



# I n h a l t.



# Untersuchung
## des Theils der planetarischen Störungen, welcher aus der Bewegung der Sonne entsteht.

Von
Hrn. BESSEL.

[Der Akademie der Wissenschaften vorgelegt am 29. Januar 1824.]

### 1.

Die Störungen der elliptischen Bewegung eines Planeten durch einen anderen bestehen aus zwei Theilen: der eine rührt von der Anziehung her, welche der gestörte Planet durch den störenden erfährt; der andere, von der Bewegung der Sonne, welche der letztere erzeugt. Beide Theile sind in den bisherigen Entwickelungen der planetarischen Störungen zusammengenommen; allein es ist zweckmäfsiger, jeden derselben abgesondert zu untersuchen. Der letztere nämlich kann, wie ich in gegenwärtiger Abhandlung zeigen werde, direct und vollständig entwickelt werden und verdient deshalb eine Trennung von dem ersteren, bei welchem dieses noch nicht geleistet worden ist; die Trennung wird sogar nothwendig, wenn man die bisher allgemeine Annahme, dafs der störende Planet auf den gestörten und die Sonne mit gleicher Masse wirkt, einer Prüfung unterwerfen will.

Diese Annahme ist eine Folge des Satzes, dafs die Körper ihren Massen proportional anziehen. Newton leitete denselben bekanntlich aus Erfahrungssätzen, verbunden mit der nothwendigen Gleichheit der

Wirkung und Gegenwirkung ab. Aber abgesehen davon, dafs die Erfahrungssätze innerhalb gewisser Grenzen bezweifelt werden können, kann man auch nachweisen, dafs die Data, welche Newton seiner Annahme zum Grunde legte, andere Systeme keinesweges ausschliefsen, so dafs also anderweitige Erfahrungen entscheiden müssen, ob der Satz von der den Massen proportionalen Anziehung der Körper wirklich das allgemeine Gesetz der Natur ist. Da dieses den angenommenen Vorstellungen entgegen ist, so wird es mir erlaubt sein, diese Abhandlung durch eine nähere Untersuchung der Gründe zu eröffnen, wodurch Newton diesen Theil seines Systems unterstützte.

Um dieses kurz und deutlich thun zu können, werde ich die beschleunigende Kraft, mit welcher der Körper $x$ in der Entfernung 1 auf den Körper $y$ wirkt, durch $\left(\frac{x}{y}\right)$ bezeichnen. Nach dieser Bezeichnung hat man die Sätze, auf welche Newton's Annahme sich gründet, folgendermafsen:

$$1 \ldots\ldots \left(\frac{0}{1}\right) = \left(\frac{0}{2}\right) = \left(\frac{0}{3}\right) = \text{u. s. w.}$$

wo 0 die Sonne und 1, 2, 3 ... Planeten bedeuten: denn das dritte Keplersche Gesetz erfordert, dafs die beschleunigende Kraft, womit die Sonne auf die Planeten wirkt, auf gleiche Entfernung reducirt, gleich ist;

$$2 \ldots\ldots \left(\frac{p}{I}\right) = \left(\frac{p}{II}\right) = \left(\frac{p}{III}\right) = \text{u. s. w.}$$

wo $p$ den Jupiter oder Saturn und $I, II, III \ldots$ ihre Monde bezeichnen: denn auch bei diesen bewährt sich dasselbe Keplersche Gesetz;

$$3 \ldots\ldots \left(\frac{t}{u}\right) = \left(\frac{t}{v}\right) = \left(\frac{t}{w}\right) = \text{u. s. w.} = \left(\frac{t}{I}\right)$$

wo $t$ die Erde, $u, v, w \ldots$ irdische Körper und $I$ den Mond bedeuten: denn Newton's Versuche über die Pendelschwingungen verschiedenartiger Körper und die Vergleichung derselben mit der Bewegung des Mondes, zeigten, dafs die be-

schleunigende Kraft, womit die Erde auf diese Körper wirkt, gleich ist;

$$4. \ldots\ldots \binom{o}{p} = \binom{o}{I} = \binom{o}{II} = \text{u. s. w.}$$

denn wenn diese beschleunigenden Kräfte nicht gleich wären, so müfsten die Bewegungen der Monde Ungleichheiten zeigen, welche die Bewegungen nicht verrathen.

$$5. \ldots\ldots \binom{x}{y} y = \binom{y}{x} x$$

wo $y$ und $x$ die Massen der Körper $y$ und $x$ bezeichnen; die Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung erfordert dieses, von welcher Beschaffenheit auch die Wirkung sein mag.

Dafs diese fünf Sätze nicht allein mit der Annahme der Anziehung im Verhältnifse der Massen, sondern noch mit anderen Hypothesen vereinbar sind, glaube ich am besten zeigen zu können, wenn ich eine dieser Hypothesen mit denselben vergleiche: ich nehme die Körper als aus verschiedenen Elementen $a, b, c \ldots$ zusammengesetzt an, so dafs $a$ nur $a$, $b$ nur $b$, u. s. w. . . nicht aber das eine Element das andere anzieht; von diesen Elementen enthalte die Sonne gleiche Quantitäten, und alles, was zu einem Hauptplaneten gehört, sowohl seine einzelnen Theile als seine Monde, sei, in Beziehung auf diese Elemente, ähnlich, wenn auch nicht gleich gemischt.

Denkt man sich zwei Körper $x$ und $y$, deren erster von den verschiedenen Elementen die Quantitäten $\overset{x}{a}, \overset{x}{b}, \overset{x}{c} \ldots$ enthält, der andere $\overset{y}{a}, \overset{y}{b}, \overset{y}{c} \ldots$, so ist die Anziehung des einen durch den anderen

$$\overset{x}{a}\overset{y}{a} + \overset{x}{b}\overset{y}{b} + \overset{x}{c}\overset{y}{c} + \ldots\ldots$$

allgemein übereinstimmend mit der fünften Forderung; die beschleunigende Kraft, womit der erste Körper auf den anderen wirkt, ist diese Anziehung dividirt durch die Masse des angezogenen, oder

$$\binom{x}{y} = \frac{\overset{x}{a}\overset{y}{a} + \overset{x}{b}\overset{y}{b} + \overset{x}{c}\overset{y}{c} + \ldots\ldots}{\overset{y}{a} + \overset{y}{b} + \overset{y}{c} + \ldots\ldots}$$

Behält man nun die oben schon angewandten Bezeichnungen der Sonne, der Planeten, Monde und irdischen Körper bei, und setzt man, der Hypothese zufolge,

$$\overset{0}{a} = \overset{0}{b} = \overset{0}{c} = \text{u. s. w.}$$

$$\overset{p}{a} : \overset{I}{a} : \overset{II}{a} : \ldots\ldots = \overset{p}{b} : \overset{I}{b} : \overset{II}{b} : \ldots\ldots = \overset{p}{c} : \overset{I}{c} : \overset{II}{c} : \ldots\ldots = \text{u. s. w.}$$

$$\overset{t}{a} : \overset{I}{a} : \overset{u}{a} : \ldots\ldots = \overset{t}{b} : \overset{I}{b} : \overset{u}{b} : \ldots\ldots = \overset{t}{c} : \overset{I}{c} : \overset{u}{c} : \ldots\ldots = \text{u. s. w.}$$

so hat man

$$\binom{0}{1} = \frac{\overset{0}{a}\overset{1}{a} + \overset{0}{a}\overset{1}{b} + \overset{0}{a}\overset{1}{c} + \ldots\ldots}{\overset{1}{a} + \overset{1}{b} + \overset{1}{c} + \ldots\ldots} = \overset{0}{a},$$

also den ersten Erfahrungssatz

$$\binom{0}{1} = \binom{0}{2} = \binom{0}{3} = \text{u. s. w.};$$

ferner hat man

$$\binom{p}{I} = \frac{\overset{p}{a}\overset{I}{a} + \overset{p}{b}\overset{I}{b} + \overset{p}{c}\overset{I}{c} + \ldots\ldots}{\overset{I}{a} + \overset{I}{b} + \overset{I}{c} + \ldots\ldots}$$

welches, mit $\overset{p}{a} : \overset{I}{a} = \overset{p}{b} : \overset{I}{b} = \overset{p}{c} : \overset{I}{c} = \text{u. s. w.} = 1 : \lambda$ verbunden,

$$\binom{p}{I} = \frac{\binom{p}{a}^2 \lambda + \binom{p}{b}^2 \lambda + \binom{p}{c}^2 \lambda + \ldots\ldots}{\overset{p}{a} \,.\, \lambda + \overset{p}{b} \,.\, \lambda + \overset{p}{c} \,.\, \lambda + \ldots\ldots} = \frac{\binom{p}{a}^2 + \binom{p}{b}^2 + \binom{p}{c}^2 + \ldots\ldots}{\overset{p}{a} + \overset{p}{b} + \overset{p}{c} + \ldots\ldots}$$

und daher den zweiten Erfahrungssatz

$$\binom{p}{I} = \binom{p}{II} = \binom{p}{III} = \text{u. s. w.}$$

giebt; der dritte und vierte Erfahrungssatz folgen aus denselben Betrachtungen, wodurch die Behauptung, dafs die Hypothese denselben

Gründen entspreche, aus welchen Newton die seinige ableitete, gerechtfertigt ist. Dieselbe Hypothese giebt aber

$$\binom{n}{0} = \frac{\overset{0}{a}\left(\overset{n}{a} + \overset{n}{b} + \overset{n}{c} + \ldots\right)}{\overset{0}{a} + \overset{0}{b} + \overset{0}{c} + \ldots}$$

$$\binom{n}{1} = \frac{\overset{1}{a}\overset{n}{a} + \overset{1}{b}\overset{n}{b} + \overset{1}{c}\overset{n}{c} + \ldots}{\overset{1}{a} + \overset{1}{b} + \overset{1}{c} + \ldots}$$

$$\binom{n}{2} = \frac{\overset{2}{a}\overset{n}{a} + \overset{2}{b}\overset{n}{b} + \overset{2}{c}\overset{n}{c} + \ldots}{\overset{2}{a} + \overset{2}{b} + \overset{2}{c} + \ldots}$$

u. s. w.

also die beschleunigenden Kräfte, womit der Planet $n$ auf die Sonne und die übrigen Planeten wirkt, im Allgemeinen verschieden.

Die Hypothese, vermöge welcher hier den fünf Sätzen genügt worden ist, verwandelt sich in die Newtonsche, wenn man nur ein Element annimmt; sie ist so gewählt, daſs sie der letzteren so nahe als möglich kömmt, übrigens aber nur als ein Mittel aufgestellt, wodurch gezeigt werden sollte, daſs Newton's Hypothese nicht eine Folge der fünf Sätze ist. Ein Planet kann also so viele verschiedene Massen (um den gewöhnlichen Sprachgebrauch beizubehalten) zeigen, als Körper vorhanden sind, auf welche er wirkt; betrachtet man aber die gegenseitigen Bewegungen von $n$ Planeten und der Sonne, so finden, vermöge des fünften Satzes, unter den $n\,(n+1)$ Massen, $\frac{1}{2}n\,(n-1)$ Bedingungsgleichungen statt, und, wenn man auch den ersten Satz als wahr annimmt, $\frac{1}{2}n\,(n+1)$, so daſs nur $\frac{1}{2}n\,(n+1)$ Massen unbekannt bleiben. Setzt man z. B. für drei Planeten

$$\binom{0}{1} = 1\;;\; \binom{0}{2} = 1\;;\; \binom{0}{3} = 1$$

$$\binom{1}{0} = m'\;;\; \binom{1}{2} = m'i\;;\; \binom{1}{3} = m'k$$

$$\binom{2}{0} = m''\;;\; \binom{2}{1} = m''i'\;;\; \binom{2}{3} = m''l$$

$$\binom{3}{0} = m'''\;;\; \binom{3}{1} = m'''k'\;;\; \binom{3}{2} = m'''l$$

so hat man die Gleichungen

$$i = i' \; ; \; k = k' \; ; \; l = l'$$

wodurch die Zahl der unbekannten Gröfsen von 9 auf 6 reducirt wird.

Es ist übrigens klar, dafs man die vier ersten Sätze, welche durch Erfahrung gegeben sind, innerhalb gewisser Grenzen bezweifeln kann, welche, namentlich bei den beiden ersten derselben, vielleicht nicht so eng sind, als der Schärfe der heutigen Beobachtungen angemessen wäre. Ob aber die astronomischen Theorien allenthalben in so grofser Uebereinstimmung mit den Beobachtungen sind, dafs dadurch jeder Zweifel an der Wahrheit der Newtonschen Annahme zurückgewiesen wird, dieses ist eine Frage, welche wohl Niemand bejahen wird, deren genaue Erörterung jedoch sehr wichtig ist und die gröfsten Fortschritte der Wissenschaft verheifst.

Der Erste welcher die Anziehung im Verhältnisse der Massen bezweifelte, ist Johann Tobias Mayer (1); ich habe aber geglaubt, eine von der seinigen verschiedene Ansicht aufstellen zu dürfen, weil es mir wesentlich zu sein schien, zu zeigen, dafs unter den Werthen von

$$\left(\begin{smallmatrix} n \\ 0 \end{smallmatrix}\right), \left(\begin{smallmatrix} n \\ 1 \end{smallmatrix}\right), \left(\begin{smallmatrix} n \\ 2 \end{smallmatrix}\right), \left(\begin{smallmatrix} n \\ 3 \end{smallmatrix}\right), \ldots$$

Verschiedenheiten sein können, nicht etwa nur von der Ordnung der Planetenmassen, sondern von jeder beliebigen Gröfse.

## 2.

Den Planeten, dessen Bewegung untersucht werden soll, werde ich im Folgenden durch $p$ bezeichnen, den störenden durch $p'$; als Einheit der Kräfte werde ich

$$\left(\begin{smallmatrix} 0 \\ p \end{smallmatrix}\right) + \left(\begin{smallmatrix} p \\ 0 \end{smallmatrix}\right)$$

annehmen, und, in diesem Mafse ausgedrückt,

$$\left(\begin{smallmatrix} p' \\ 0 \end{smallmatrix}\right) \text{ und } \left(\begin{smallmatrix} p' \\ p \end{smallmatrix}\right)$$

durch $m$ und $m'$ andeuten.

(1) *Comment. Soc. Reg. Scient. Gottingensis ad A. MDCCCIV–VIII.*

Wenn $x, y, z$ die rechtwinkligen Coordinaten und $r$ den Radius-Vector von $p$ bedeuten, $x', y', z', r'$ dasselbe für $p'$ und

$$\rho = \sqrt{\left\{(x'-x)^2 + (y'-y)^2 + (z'-z)^2\right\}}$$

$$R = \frac{m\,(xx'+yy'+zz')}{r'^3} - \frac{m'}{\rho^3}$$

so hat man

$$0 = \left(\frac{d^2 x}{dt^2}\right) + \frac{x}{r^3} + \left(\frac{dR}{dx}\right)$$

$$0 = \left(\frac{d^2 y}{dt^2}\right) + \frac{y}{r^3} + \left(\frac{dR}{dy}\right)$$

$$0 = \left(\frac{d^2 z}{dt^2}\right) + \frac{z}{r^3} + \left(\frac{dR}{dz}\right)$$

Die störenden Kräfte, parallel mit dem Radius-Vector, senkrecht auf denselben in der Ebene und nach der Richtung der Bewegung, und senkrecht auf diese beiden, bezeichne ich durch $A', B', C'$; die letzte ist positiv, wenn sie von oben nach unten gerichtet ist, für einen Beobachter welcher, von der Sonne aus, die Bewegung des Planeten von der Rechten nach der Linken sieht. Ich werde zuerst die Ausdrücke dieser, Kräfte durch die Differentialquotienten von $R$, in Beziehung auf die Elemente von $p$, angeben und dabei folgende Bezeichnungen anwenden:

Länge des aufsteigenden Knotens . . . . . . . . . . . . . . . . . . $n$
Neigung der Bahn . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . $i$
Entfernung des Perihels vom Knoten . . . . . . . . . . . . . . $\omega$
Excentricität . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . $e$
halbe grofse Axe . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . $a$
$\sqrt{a\,(1-ee)}$ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . $h$
wahre, excentrische, mittlere Anomalie . . . . . . . . . $\phi, \varepsilon, \mu$
für den störenden Planeten . . . . . . . $n', i', \omega', e', a', h', \phi', \varepsilon', \mu'$.

Man hat bekanntlich

$$x = r\left\{\text{Cos}\,n\,\text{Cos}\,(\omega+\phi) - \text{Sin}\,n\,\text{Sin}\,(\omega+\phi)\,\text{Cos}\,i\right\}$$

$$y = r\left\{\text{Sin}\,n\,\text{Cos}\,(\omega+\phi) + \text{Cos}\,n\,\text{Sin}\,(\omega+\phi)\,\text{Cos}\,i\right\}$$

$$z = r\,\text{Sin}\,(\omega+\phi)\,\text{Sin}\,i$$

$$rA' = \left(\frac{dR}{dx}\right) x + \left(\frac{dR}{dy}\right) y + \left(\frac{dR}{dz}\right) z$$

$$rB' = \left(\frac{dR}{dx}\right)\left(\frac{dx}{d\upsilon}\right) + \left(\frac{dR}{dy}\right)\left(\frac{dy}{d\upsilon}\right) + \left(\frac{dR}{dz}\right)\left(\frac{dz}{d\upsilon}\right)$$

$$rC' = \left(\frac{dR}{dx}\right) r \text{ Sin } n \text{ Sin } i - \left(\frac{dR}{dy}\right) r \text{ Cos } n \text{ Sin } i + \left(\frac{dR}{dz}\right) r \text{ Cos } i$$

also

$$[1] \ldots rA' = \left(\frac{dR}{dr}\right) r = \left(\frac{dR}{da}\right) a$$

$$[2] \ldots rB' = \left(\frac{dR}{d\omega}\right)$$

Multiplicirt man den Ausdruck für $r\ C'$ mit Sin $(\omega + \phi)$ und setzt man in dem Producte für

$$r \text{ Sin } (\omega+\phi) \text{ Sin } n \text{ Sin } i; -r \text{ Sin } (\omega+\phi) \text{ Cos } n \text{ Sin } i; r \text{ Sin } (\omega+\phi) \text{ Cos } i$$

ihre Ausdrücke, nämlich

$$\left(\frac{dx}{di}\right); \left(\frac{dy}{di}\right); \left(\frac{dz}{di}\right)$$

so erhält man

$$[3] \ldots r\ C' \text{ Sin } (\omega+\phi) = \left(\frac{dR}{di}\right)$$

Man hat ferner die Gleichungen

$$\left(\frac{dR}{d\upsilon}\right) = \left(\frac{dR}{dx}\right)\left(\frac{dx}{d\upsilon}\right) + \left(\frac{dR}{dy}\right)\left(\frac{dy}{d\upsilon}\right) + \left(\frac{dR}{dz}\right)\left(\frac{dz}{d\upsilon}\right)$$

$$\left(\frac{dR}{dn}\right) = \left(\frac{dR}{dx}\right)\left(\frac{dx}{dn}\right) + \left(\frac{dR}{dy}\right)\left(\frac{dy}{dn}\right) + \left(\frac{dR}{dz}\right)\left(\frac{dz}{dn}\right)$$

und

$$\left(\frac{dx}{d\omega}\right) \text{ Cos } i - \left(\frac{dx}{dn}\right) = r \text{ Cos } (\omega+\phi) \text{ Sin } n \text{ Sin } i^2$$

$$\left(\frac{dy}{d\omega}\right) \text{ Cos } i - \left(\frac{dy}{dn}\right) = -r \text{ Cos } (\omega+\phi) \text{ Cos } n \text{ Sin } i^2$$

$$\left(\frac{dz}{d\omega}\right) \text{ Cos } i - \left(\frac{dz}{dn}\right) = r \text{ Cos } (\omega+\phi) \text{ Cos } i \text{ Sin } i$$

also, wenn man $\left(\frac{dR}{d\omega}\right)$ mit Cos $i$ multiplicirt und $\left(\frac{dR}{dn}\right)$ davon abzieht,

$$[4] \ldots r\ C' \text{ Cos } (\omega+\phi) = \left(\frac{dR}{d\omega}\right) \text{ Cot } i - \left(\frac{dR}{dn}\right) \text{ Cosec } i$$

Mehrerer Einfachheit halber werde ich, im Folgenden, die Bahn des störenden Planeten zur festen Ebene wählen, die Winkel $\omega$ und $\omega'$ von dem aufsteigenden Knoten der Bahn des gestörten auf dieser Ebene anrechnen, und unter $I$ die Neigung derselben Bahn gegen die feste Ebene verstehen, wodurch man erhält:

$$[5] \ldots r\, C' \operatorname{Sin}(\omega + \phi) = \left(\frac{dR}{dI}\right)$$

$$[6] \ldots r\, C' \operatorname{Cos}(\omega + \phi) = \left(\frac{dR}{d\omega}\right) \operatorname{Cotg} I + \left(\frac{dR}{d\omega'}\right) \operatorname{Cosec} I$$

## 3.

Durch diese störenden Kräfte $A'$, $B'$, $C'$ habe ich früher [1] die Veränderungen der Elemente von $p$ ausgedrückt; jetzt werde ich unmittelbar die Störungen des Radius-Vectors $= \delta r$, der wahren Länge in der Bahn $= \delta v$ und der Breite über der mittleren Ebene der Bahn $= \delta s$ angeben, dabei aber nur die erste Potenz der störenden Masse berücksichtigen. Man hat [2]

$$0 = \frac{d \,.\, r \frac{dr}{dt}}{dt} + \frac{1}{a} - \frac{1}{r} + r\, A'$$

woraus, unter Vernachlässigung von $\delta r^2$ u. s. w., folgt

$$0 = \frac{d^2 \,.\, r \delta r}{d t^2} + \frac{r \delta r}{r^3} + r A' + \delta \frac{1}{a}.$$

Setzt man für $\delta \frac{1}{a}$ seinen Ausdruck durch die störenden Kräfte, nämlich

$$2 \int \left\{ A' \frac{dr}{dt} + B' \frac{h}{r} \right\} dt$$

$$= 2 \int \left\{ \left(\frac{dR}{dr}\right) dr + \left(\frac{dR}{dv}\right) dv \right\} = 2 \int \left\{ \left(\frac{dR}{dr}\right) dr + \left(\frac{dR}{dv}\right) dv \right\}$$

oder, da das in Beziehung auf die Coordinaten von $p$ genommene Differential von $R$

$$= \left(\frac{dR}{dr}\right) dr + \left(\frac{dR}{dv}\right) dv = \left(\frac{dR}{d\mu}\right) d\mu$$

---

(1) Untersuchungen über den Kometen von 1807. II. Abtheilung.

(2) Ebendaselbst S. 52.

ist,

$$\delta \frac{1}{a} = 2 \int \left(\frac{dR}{d\mu}\right) d\mu;$$

so hat man

$$0 = \frac{d^2\, r\delta r}{dt^2} + \frac{r\delta r}{r^3} + a\left(\frac{dR}{da}\right) + 2 \int \left(\frac{dR}{d\mu}\right) d\mu$$

welche Gleichung *Méc. Cél.* Buch II. §. 46. folgendermafsen integrirt ist:

$$[7] \ldots \delta r = aa \sqrt{(1-ee)} \left\{ \text{Cos}\ \phi \int \frac{Q\ \text{Sin}\ \phi}{1+e\ \text{Cos}\ \phi}\, d\mu - \text{Sin}\ \phi \int \frac{Q\ \text{Cos}\ \phi}{1+e\ \text{Cos}\ \phi}\, d\mu \right\}$$

wo, um abzukürzen, $Q$ für

$$a\left(\frac{dR}{da}\right) + 2 \int \left(\frac{dR}{d\mu}\right) d\mu$$

geschrieben ist.

Den Ausdruck von $\delta v$ giebt Herr Laplace durch den von $\delta r$; ich werde ihn aber unmittelbar auf die störenden Kräfte zurückführen. Man hat

$$0 = \frac{d\, rr \frac{dv}{dt}}{dt} + rB', \text{ oder}$$

$$0 = rr \frac{d\delta v}{dt} + 2r\,\delta r \,.\, \frac{dv}{dt} + \int rB'\, dt,$$

und wenn man mit $\frac{dt}{rr}$ multiplicirt und integrirt

$$\delta v = -2 \int \frac{\delta r}{r}\, dv - \int \frac{dt}{rr} \int rB'\, dt.$$

Das erste Glied dieses Integrals findet man, wenn man für $\delta r$ seinen Ausdruck [7] setzt,

$$= -\frac{a}{\sqrt{(1-ee)}} \left\{ \left(2\ \text{Sin}\ \phi + \frac{e}{2}\ \text{Sin}\ 2\phi\right) \int \frac{Q\ \text{Sin}\ \phi}{1+e\ \text{Cos}\ \phi}\, d\mu \right.$$
$$+ \left(\frac{3}{2} e + 2\ \text{Cos}\ \phi + \frac{e}{2}\ \text{Cos}\ 2\phi\right) \int \frac{Q\ \text{Cos}\ \phi}{1+e\ \text{Cos}\ \phi}\, d\mu$$
$$\left. - 2 \int Q\, d\mu + e \int d\phi \int \frac{Q\ \text{Sin}\ \phi}{1+e\ \text{Cos}\ \phi}\, d\mu \right\}$$

Wenn man das letzte Glied dieses Ausdrucks mit dem letzten Gliede des Ausdrucks von $\delta v$ vereinigt, so ist die Summe

$$= -\int \frac{dt}{rr} \int \left\{ \frac{a^{\frac{1}{2}} e \operatorname{Sin} \phi \cdot Q}{1 + e \operatorname{Cos} \phi} + r B' \frac{dt}{d\mu} \right\} d\mu$$

$$= -\int \frac{dt}{rr} \int \left\{ \frac{Q r dr}{h} + r B' dt \right\}$$

und wenn man für $Q$ und $B'$ ihre Werthe setzt, auch $\left(\frac{dR}{dv}\right)$ durch die Gleichung

$$\left(\frac{dR}{dr}\right) dr + \left(\frac{dR}{d\omega}\right) d\phi = \left(\frac{dR}{d\mu}\right) d\mu$$

eliminirt,

$$= -\int \frac{dt}{rr} \int \left\{ \frac{2r\, dr}{h} \int \left(\frac{dR}{d\mu}\right) d\mu + \frac{rr}{h} \left(\frac{dR}{d\mu}\right) d\mu \right\}$$

$$= -\frac{1}{h} \int dt \int \left(\frac{dR}{d\mu}\right) d\mu$$

$$= -\frac{a}{2\sqrt{(1-ee)}} \int Q\, d\mu + \frac{a}{2\sqrt{(1-ee)}} \int a \left(\frac{dR}{da}\right) d\mu$$

Man hat daher

$$[8] \ldots \delta v = -\frac{2a}{\sqrt{(1-ee)}} (\operatorname{Sin} \phi + \tfrac{e}{4} \operatorname{Sin} 2\phi) \int \frac{Q \operatorname{Sin} \phi}{1 + e \operatorname{Cos} \phi} d\mu$$

$$- \frac{2a}{\sqrt{(1-ee)}} (\tfrac{3}{4} e + \operatorname{Cos} \phi + \tfrac{e}{4} \operatorname{Cos} 2\phi) \int \frac{Q \operatorname{Cos} \phi}{1 + e \operatorname{Cos} \phi} d\mu$$

$$+ \frac{3a}{2\sqrt{(1-ee)}} \int Q\, d\mu + \frac{a}{2\sqrt{(1-ee)}} \int a \left(\frac{dR}{da}\right) d\mu$$

Die Breite über der mittleren Ebene der Bahn ist

$$\delta s = \delta i \operatorname{Sin} (\omega + \phi) - \delta n \operatorname{Cos} (\omega + \phi) \operatorname{Sin} i$$

Man hat aber (a. a. O. S. 56)

$$\left(\frac{di}{dt}\right) = -\frac{r C'}{h} \operatorname{Cos} (\omega + \phi)$$

$$\left(\frac{dn}{dt}\right) = -\frac{r C'}{h} \operatorname{Sin} (\omega + \phi) \operatorname{Cosec} i$$

und wenn man [3] und [4] substituirt

$$\left(\frac{di}{dt}\right) = -\frac{1}{h} \left(\frac{dR}{d\omega}\right) \operatorname{Cotg} i + \frac{1}{h} \left(\frac{dR}{dn}\right) \operatorname{Cosec} i$$

$$\left(\frac{dn}{dt}\right) = -\frac{1}{h} \left(\frac{dR}{di}\right) \operatorname{Cosec} i$$

welche Ausdrücke sich in der vortreflichen, von Herrn Laplace dem Bureau *des Longitudes* am 17ten August 1808 vorgelegten Abhandlung, nicht in dieser Form finden. Setzt man die Integrale derselben in den Ausdruck von $\delta s$, so erhält man

$$\delta s = \frac{-a}{\sqrt{(1-ee)}} \text{ Sin } (\omega+\phi) \int \left\{ \left(\frac{dR}{d\omega}\right) \text{Cotg } i - \left(\frac{dR}{dn}\right) \text{Cosec } i \right\} d\mu$$

$$+ \frac{a}{\sqrt{(1-ee)}} \text{ Cos } (\omega+\phi) \int \left(\frac{dR}{di}\right) d\mu$$

oder, nach [5] und [6]

$$[9] \ldots \delta s = \frac{-a}{\sqrt{(1-ee)}} \text{ Sin } (\omega+\phi) \int \left\{ \left(\frac{dR}{d\omega}\right) \text{Cotg } I + \left(\frac{dR}{d\omega'}\right) \text{Cosec } I \right\} d\mu$$

$$+ \frac{a}{\sqrt{(1-ee)}} \text{ Cos } (\omega+\phi) \int \left(\frac{dR}{dI}\right) d\mu$$

## 4.

Der Theil der Störungen des Radius-Vectors, der Länge in der Bahn und der Breite über der mittleren Ebene derselben, welcher den Gegenstand dieser Abhandlung ausmacht, entsteht aus dem ersten Theile von $R$; ich werde daher

$$R = \frac{mr}{r'r'} \left\{ \text{Cos } (\omega+\phi) \text{ Cos } (\omega'+\phi') + \text{Sin } (\omega+\phi) \text{ Sin } (\omega'+\phi') \text{ Cos } I \right\}$$

setzen und diesem Ausdrucke die Form

$$[10] \ldots R = \frac{mr}{r'r'} \left\{ \text{Cos}\tfrac{1}{2} I^2 \text{ Cos} (\phi-\phi'+\omega-\omega') + \text{Sin}\tfrac{1}{2} I^2 \text{ Cos} (\phi+\phi'+\omega+\omega') \right\}$$

geben.

Die Entwickelung dieses $R$ in eine Reihe, welche nach den Cosinussen der Zeit proportional wachsender Bögen fortgeht, hängt von den Entwickelungen von

$$r \text{ Cos } \phi, \; r \text{ Sin } \phi, \; \frac{1}{r'r'} \text{ Cos } \phi', \; \frac{1}{r'r'} \text{ Sin } \phi'$$

ab; diese letzteren werden aus einer besonderen, unten folgenden Untersuchung hervorgehen; für jetzt aber werde ich

$$r\,\mathrm{Cos}\,\phi = a\overset{i}{c}\,\mathrm{Cos}\,i\mu\,; \qquad r\,\mathrm{Sin}\,\phi = a\overset{i}{s}\,\mathrm{Sin}\,i\mu$$

$$\frac{a'a'}{r'r'}\mathrm{Cos}\,\phi' = \overset{k}{\gamma}\,\mathrm{Cos}\,k\mu'\,; \qquad \frac{a'a'}{r'r'}\,\mathrm{Sin}\,\phi' = \overset{k}{\sigma}\,\mathrm{Sin}\,k\mu'$$

setzen und unter $i$ und $k$ alle ganze, sowohl positive als negative Zahlen, 0 nicht ausgenommen, verstehen. Erinnert man sich an die Bemerkung im 48sten Satze des 2ten Buchs der *Mécanique Céleste*, so findet man leicht

$$\begin{aligned}\frac{a'a'r}{r'r'a}\,\mathrm{Cos}\,(\phi-\phi'+\omega-\omega') = {} & \tfrac{1}{4}(\overset{k}{\gamma}+\overset{k}{\sigma})(\overset{i}{c}+\overset{i}{s})\,\mathrm{Cos}\,(\ \ i\mu-k\mu'+\omega-\omega') \\ & +\tfrac{1}{4}(\overset{k}{\gamma}+\overset{k}{\sigma})(\overset{i}{c}-\overset{i}{s})\,\mathrm{Cos}\,(-i\mu-k\mu'+\omega-\omega') \\ & +\tfrac{1}{4}(\overset{k}{\gamma}-\overset{k}{\sigma})(\overset{i}{c}-\overset{i}{s})\,\mathrm{Cos}\,(-i\mu+k\mu'+\omega-\omega') \\ & +\tfrac{1}{4}(\overset{k}{\gamma}-\overset{k}{\sigma})(\overset{i}{c}+\overset{i}{s})\,\mathrm{Cos}\,(\ \ i\mu+k\mu'+\omega-\omega')\end{aligned}$$

Es ist aber

$$\overset{i}{c}=\overset{-i}{c}\,;\ \overset{i}{s}=-\overset{-i}{s}\,;\ \overset{k}{\gamma}=\overset{-k}{\gamma}\,;\ \overset{k}{\sigma}=-\overset{-k}{\sigma}$$

und daher, wenn man, um abzukürzen,

$$\overset{k}{\gamma}+\overset{k}{\sigma} \text{ durch } \overset{k}{\alpha}\,,\ \overset{i}{c}+\overset{i}{s} \text{ durch } \overset{i}{a}$$

bezeichnet,

$$\overset{k}{\gamma}-\overset{k}{\sigma}=\overset{-k}{\alpha}\,,\ \overset{i}{c}-\overset{i}{s}=\overset{-i}{a}$$

wodurch der gegebene Ausdruck die Bezeichnung

$$\begin{aligned}&\tfrac{1}{4}\,\overset{k}{\alpha}\,\overset{i}{a}\,\mathrm{Cos}\,(\ \ i\mu-k\mu'+\omega-\omega')+\tfrac{1}{4}\,\overset{k}{\alpha}\,\overset{-i}{a}\,\mathrm{Cos}\,(-i\mu-k\mu'+\omega-\omega')\\ +\ &\tfrac{1}{4}\,\overset{-k}{\alpha}\,\overset{-i}{a}\,\mathrm{Cos}\,(-i\mu+k\mu'+\omega-\omega')+\tfrac{1}{4}\,\overset{-k}{\alpha}\,\overset{i}{a}\,\mathrm{Cos}\,(\ \ i\mu+k\mu'+\omega-\omega')\end{aligned}$$

erhält. Da er für alle ganze $i$ zu nehmen ist, so sind das erste und zweite, so wie das dritte und vierte Glied einander gleich, so dafs man ihn schreiben kann:

$$\tfrac{1}{2}\,\overset{k}{\alpha}\,\overset{i}{a}\,\mathrm{Cos}\,(i\mu-k\mu'+\omega-\omega')+\tfrac{1}{2}\,\overset{-k}{\alpha}\,\overset{i}{a}\,\mathrm{Cos}\,(i\mu+k\mu'+\omega-\omega')$$

und da auch diese beiden Glieder, für alle ganze $k$ genommen, einander gleich sind, so hat man den Ausdruck

$$= \overset{k}{\alpha}\,\overset{i}{a}\ \mathrm{Cos}\,(i\mu - k\mu' + \omega - \omega')$$

und eben so das zweite Glied von $R$ [10]: folglich ist

$$[11]\ldots R = \frac{ma}{a'a'}\,\overset{k}{\alpha}\,\overset{i}{a}\left\{\mathrm{Cos}\,\tfrac{1}{2}I^2\,\mathrm{Cos}\,(i\mu - k\mu' + \omega - \omega') + \mathrm{Sin}\,\tfrac{1}{2}I^2\,\mathrm{Cos}\,(i\mu + k\mu' + \omega + \omega')\right\}$$

Hieraus folgt

$$[12]\ldots a\left(\frac{dR}{da}\right) = R$$

$$\left(\frac{dR}{d\mu}\right) = -\frac{am}{a'a'}\,i\,.\,\overset{k}{\alpha}\,\overset{i}{a}\left\{\mathrm{Cos}\,\tfrac{1}{2}I^2\,\mathrm{Sin}\,(i\mu - k\mu' + \omega - \omega') + \mathrm{Sin}\,\tfrac{1}{2}I^2\,\mathrm{Sin}\,(i\mu + k\mu' + \omega + \omega')\right\}$$

und wenn $\frac{d\mu'}{d\mu} = \nu$ gesetzt wird,

$$2\int\left(\frac{dR}{d\mu}\right)d\mu = \frac{am}{a'a'}\,\overset{k}{\alpha}\,\overset{i}{a}\left\{\mathrm{Cos}\,\tfrac{1}{2}I^2\cdot\frac{2i}{i-k\nu}\,\mathrm{Cos}\,(i\mu - k\mu' + \omega - \omega') + \mathrm{Sin}\,\tfrac{1}{2}I^2\cdot\frac{2i}{i+k\nu}\,\mathrm{Cos}\,(i\mu + k\mu' + \omega + \omega')\right\}$$

woraus, nach [7], folgt,

$$[13]\ldots Q = \frac{am}{a'a'}\,\overset{k}{\alpha}\,\overset{i}{a}\left\{\mathrm{Cos}\,\tfrac{1}{2}I^2\cdot\frac{3i-k\nu}{i-k\nu}\,\mathrm{Cos}\,(i\mu - k\mu' + \omega - \omega') + \mathrm{Sin}\,\tfrac{1}{2}I^2\cdot\frac{3i+k\nu}{i+k\nu}\,\mathrm{Cos}\,(i\mu + k\mu' + \omega + \omega')\right\}$$

Man hat ferner

$$[14]\ldots\left(\frac{dR}{d\omega}\right)\mathrm{Cotg}\,I + \left(\frac{dR}{d\omega'}\right)\mathrm{Cosec}\,I$$

$$= \frac{am}{a'a'}\,\overset{k}{\alpha}\,\overset{i}{a}\ \tfrac{1}{2}\,\mathrm{Sin}\,I\left\{\mathrm{Sin}\,(i\mu - k\mu' + \omega - \omega') - \mathrm{Sin}\,(i\mu + k\mu' + \omega + \omega')\right\}$$

$$[15]\ldots\left(\frac{dR}{dI}\right)$$

$$= \frac{-am}{a'a'}\,\overset{k}{\alpha}\,\overset{i}{a}\ \tfrac{1}{2}\,\mathrm{Sin}\,I\left\{\mathrm{Cos}\,(i\mu - k\mu' + \omega - \omega') - \mathrm{Cos}\,(i\mu + k\mu' + \omega + \omega')\right\}$$

## 5.

Die Störung der Radius-Vectors setzt, nach [7], die Integrationen von

$$\frac{Q \operatorname{Sin} \phi}{1 + e \operatorname{Cos} \phi}\, d\mu \text{ und } \frac{Q \operatorname{Cos} \phi}{1 + e \operatorname{Cos} \phi}\, d\mu$$

oder, was dasselbe ist, von

$$\frac{1}{a\,(1-ee)}\, Qr \operatorname{Sin} \phi\, d\mu \text{ und } \frac{1}{a\,(1-ee)}\, Qr \operatorname{Cos} \phi\, d\mu$$

voraus. Nach der im vorigen Artikel angewandten Bezeichnung ist

$$r \operatorname{Sin} \phi = a \overset{h}{s} \operatorname{Sin} h\mu\,;\; r \operatorname{Cos} \phi = a \overset{h}{c} \operatorname{Cos} h\mu$$

wo $h$ alle ganze Zahlen bedeutet; verbindet man dieses mit [13], so erhält man

$$\frac{Q \operatorname{Sin} \phi}{1 + e \operatorname{Cos} \phi} = \frac{am}{a'a'} \overset{k}{\alpha} \overset{i}{a} \Big\{ \operatorname{Cos} \tfrac{1}{2} I^2 \cdot \frac{3i-k\nu}{i-k\nu} \cdot \frac{\overset{h}{s}}{1-ee} \operatorname{Cos}\,(i\mu - k\mu' + \omega - \omega') \operatorname{Sin} h\mu$$

$$+ \operatorname{Sin} \tfrac{1}{2} I^2 \cdot \frac{3i+k\nu}{i+k\nu} \cdot \frac{\overset{h}{s}}{1-ee} \operatorname{Cos}\,(i\mu + k\mu' + \omega + \omega') \operatorname{Sin} h\mu \Big\}$$

$$= \frac{am}{a'a'} \overset{k}{\alpha} \overset{i}{a} \Big\{ \operatorname{Cos} \tfrac{1}{2} I^2 \cdot \frac{3i-k\nu}{i-k\nu} \cdot \frac{\overset{h}{s}}{1-ee} \operatorname{Sin} \Big( (i+h)\,\mu - k\mu' + \omega - \omega' \Big)$$

$$+ \operatorname{Sin} \tfrac{1}{2} I^2 \cdot \frac{3i+k\nu}{i+k\nu} \cdot \frac{\overset{h}{s}}{1-ee} \operatorname{Sin} \cdot \Big( (i+h)\,\mu + k\mu' + \omega + \omega' \Big) \Big\}$$

wenn man mit $d\mu$ multiplicirt und integrirt, auch mit dem zweiten Theile des Ausdrucks [7] ganz ähnlich verfährt:

$$[16] \ldots \delta r = \frac{-a^3 m}{a'a' \sqrt{(1-ee)}} \overset{k}{\alpha} \overset{i}{a} \operatorname{Cos} \tfrac{1}{2} I^2 \Big\{ \frac{3i-k\nu}{i-k\nu} \cdot \frac{\overset{h}{s}}{i+h-k\nu} \operatorname{Cos}\phi \operatorname{Cos} \Big( (i+h)\,\mu - k\mu' + \omega - \omega' \Big)$$

$$+ \frac{3i-k\nu}{i-k\nu} \cdot \frac{\overset{h}{c}}{i+h-k\nu} \operatorname{Sin}\phi \operatorname{Sin} \Big( (i+h)\,\mu - k\mu' + \omega - \omega' \Big) \Big\}$$

$$- \frac{a^3 m}{a'a' \sqrt{(1-ee)}} \overset{k}{\alpha} \overset{i}{a} \operatorname{Sin} \tfrac{1}{2} I^2 \Big\{ \frac{3i+k\nu}{i+k\nu} \cdot \frac{\overset{h}{s}}{i+h+k\nu} \operatorname{Cos}\phi \operatorname{Cos} \Big( (i+h)\,\mu + k\mu' + \omega + \omega' \Big)$$

$$+ \frac{3i+k\nu}{i+k\nu} \cdot \frac{\overset{h}{c}}{i+h+k\nu} \operatorname{Sin}\phi \operatorname{Sin} \Big( (i+h)\,\mu + k\mu' + \omega + \omega' \Big) \Big\}$$

Setzt man nun noch

$$\operatorname{Cos} \phi = \overset{g}{C} \operatorname{Cos} g\mu,\; \operatorname{Sin} \phi = \overset{g}{S} \operatorname{Sin} g\mu$$

und vereinigt man die Glieder, welche gleiche Cosinus enthalten, so hat man

$$\begin{aligned}\delta r = & \frac{-a^3 m}{a'a'\sqrt{(1-ee)}}\overset{k}{\alpha}\overset{i}{a}\frac{3i-k\nu}{i-k\nu}\cdot\frac{\text{Cos}\,\frac{1}{2}I^2}{i+h-k\nu}\left\{\overset{h}{s}\overset{g}{C}-\overset{h}{c}\overset{g}{S}\right\}\text{Cos}\left((i+h+g)\mu-k\mu'+\omega-\omega'\right)\\ & -\frac{a^3 m}{a'a'\sqrt{(1-ee)}}\overset{k}{\alpha}\overset{i}{a}\frac{3i+k\nu}{i+k\nu}\cdot\frac{\text{Sin}\,\frac{1}{2}I^2}{i+h+k\nu}\left\{\overset{h}{s}\overset{g}{C}-\overset{h}{c}\overset{g}{S}\right\}\text{Cos}\left((i+h+g)\mu+k\mu'+\omega+\omega'\right)\end{aligned}$$

Setzt man endlich

$$i+h+g=f,\quad h=f-i-g$$

so erhält man

$$\begin{aligned}[17]\ldots\delta r = & \frac{-a^3 m}{a'a'\sqrt{(1-ee)}}\overset{k}{\alpha}\overset{i}{a}\cdot\frac{3i-k\nu}{i-k\nu}\cdot\frac{\text{Cos}\,\frac{1}{2}I^2}{f-g-k\nu}\left\{\overset{(f-i-g)}{s}\overset{g}{C}-\overset{(f-i-g)}{c}\overset{g}{S}\right\}\text{Cos}(f\mu-k\mu'+\omega-\omega')\\ & -\frac{a^3 m}{a'a'\sqrt{(1-ee)}}\overset{k}{\alpha}\overset{i}{a}\cdot\frac{3i+k\nu}{i+k\nu}\cdot\frac{\text{Sin}\,\frac{1}{2}I^2}{f-g+k\nu}\left\{\overset{(f-i-g)}{s}\overset{g}{C}-\overset{(f-i-g)}{c}\overset{g}{S}\right\}\text{Cos}(f\mu+k\mu'+\omega+\omega')\end{aligned}$$

Die Berechnung des Coefficienten eines bestimmten Cosinus, für welchen also $f$ und $k$ gegebene Zahlen sind, erfordert eine doppelte Summation des Ausdrucks

$$\overset{i}{a}\cdot\frac{3i-k\nu}{i-k\nu}\cdot\frac{1}{f-g-k\nu}\left\{\overset{(f-i-g)}{s}\overset{g}{C}-\overset{(f-i-g)}{c}\overset{g}{S}\right\}$$

sowohl für $i$ als für $g$; man kann für $i$ nach und nach

$$0,\ \begin{matrix}+1, & +2, & +3, & \text{u. s. w.}\\ -1, & -2, & -3, & \text{u. s. w.}\end{matrix}$$

setzen und für jede dieser Voraussetzungen alle $g$ nehmen. Diese Rechnung läfst sich erleichtern, wenn man die Logarithmen der wiederholt vorkommenden Gröfsen in Tafeln bringt, so dafs die erste derselben, mit den Argumenten $k$ und $i$,

$$\text{Log}\left\{\frac{-a^3 m}{a'a'\sqrt{(1-ee)}}\overset{k}{\alpha}\overset{i}{a}\cdot\frac{3i-k\nu}{i-k\nu}\,\text{Cos}\,\tfrac{1}{2}I^2\right\}$$

die andere, mit den Argumenten $x$ und $g$

$$\text{Log}\left\{\overset{x}{s}\overset{g}{C}-\overset{x}{c}\overset{g}{S}\right\}$$

angiebt. Wenn der in Cos $\frac{1}{2} I^2$ multiplicirte Theil bereits berechnet ist, so findet man den in Sin $\frac{1}{2} I^2$ multiplicirten dadurch, dafs man den ersten mit

$$\frac{\overset{-k}{\alpha}}{\overset{k}{\alpha}} \text{ Tang } \tfrac{1}{2} I^2$$

multiplicirt und unter dem Cosinuszeichen $\omega'$ in $-\omega'$ verwandelt.

Man rechnet aber noch leichter, wenn man in [16] $i + h = n$ und $h = n - i$ setzt, wodurch man den Coefficienten von Cos $\phi$ Cos $(n\mu - k\mu' + \omega - \omega')$

$$= -\frac{a^3\, m}{a' a' \sqrt{(1-ee)}} \cdot \frac{\overset{k}{\alpha} \text{ Cos } \frac{1}{2} I^2}{n - k\nu} \cdot \Sigma \left\{ \frac{3i - k\nu}{i - k\nu} \cdot \overset{i}{a} \cdot \overset{(n-i)}{s} \right\}$$

und den Coefficienten von Sin $\phi$ Sin $(n\mu - k\mu' + \omega - \omega')$

$$= -\frac{a^3\, m}{a' a' \sqrt{(1-ee)}} \cdot \frac{\overset{k}{\alpha} \text{ Cos } \frac{1}{2} I^2}{n - k\nu} \cdot \Sigma \left\{ \frac{3i - k\nu}{i - k\nu} \cdot \overset{i}{a} \cdot \overset{(n-i)}{c} \right\}$$

findet, beide durch eine Summation in Beziehung auf $i$ allein; nennt man diese Coefficienten $A^{(n)}$ und $B^{(n)}$, so sind die beiden ersten Glieder von $\delta r$

$$= A^{(n)} \text{ Cos } \phi \text{ Cos } (n\mu - k\mu' + \omega - \omega')$$
$$+ B^{(n)} \text{ Sin } \phi \text{ Sin } (n\mu - k\mu' + \omega - \omega')$$

und ergeben daher, wenn man $n + g = f$ setzt, den Coefficienten von Cos $(f\mu - k\mu' + \omega - \omega')$

$$= A^{(f)} \overset{0}{C} + (A^{(f-1)} + A^{(f+1)}) \overset{1}{C} + (A^{(f-2)} + A^{(f+2)}) \overset{2}{C} + \text{u.s.w.}$$
$$- B^{(f)} \overset{0}{S} - (B^{(f-1)} - B^{(f+1)}) \overset{1}{S} - (B^{(f-2)} - B^{(f+2)}) \overset{2}{S} - \text{u.s.w.}$$

Die beiden letzten Glieder erhalten einen ganz ähnlichen Ausdruck.

## 6.

Die Störung der Länge in der Bahn findet man auf ganz ähnliche Art, aus dem Ausdrucke [8];

$$[18]\ldots\delta v = \frac{aam\,\mathrm{Cos}\,\tfrac{1}{2}I^2}{a'a'\sqrt{(1-ee)}}\overset{k\;i}{\alpha\,a}\Big\{\frac{(2\,\mathrm{Sin}\,\phi+\frac{e}{2}\,\mathrm{Sin}\,2\phi)}{1-ee}\cdot\frac{3i-k\nu}{i-k\nu}\cdot\frac{\overset{h}{s}}{i+h-k\nu}\,\mathrm{Cos}\,\big((i+h)\mu-k\mu'+\omega-\omega'\big)$$

$$-\frac{(2\,\mathrm{Cos}\,\phi+\frac{e}{2}\,\mathrm{Cos}\,2\phi+\frac{3}{2}e)}{1-ee}\cdot\frac{3i-k\nu}{i-k\nu}\cdot\frac{\overset{h}{c}}{i+h-k\nu}\,\mathrm{Sin}\,\big((i+h)\mu-k\mu'+\omega-\omega'\big)$$

$$+\frac{5i-2k\nu}{(i-k\nu)^2}\,\mathrm{Sin}\,\big(i\mu-k\mu'+\omega-\omega'\big)\Big\}$$

$$+\frac{aam\,\mathrm{Sin}\,\tfrac{1}{2}I^2}{a'a'\sqrt{(1-ee)}}\overset{k\;i}{\alpha\,a}\Big\{\frac{(2\,\mathrm{Sin}\,\phi+\frac{e}{2}\,\mathrm{Sin}\,2\phi)}{1-ee}\cdot\frac{3i+k\nu}{i+k\nu}\cdot\frac{\overset{h}{s}}{i+h+k\nu}\,\mathrm{Cos}\,\big((i+h)\mu+k\mu'+\omega+\omega'\big)$$

$$-\frac{(2\,\mathrm{Cos}\,\phi+\frac{e}{2}\,\mathrm{Cos}\,2\phi+\frac{3}{2}e)}{1-ee}\cdot\frac{3i+k\nu}{i+k\nu}\cdot\frac{\overset{h}{c}}{i+h+k\nu}\,\mathrm{Sin}\,\big((i+h)\mu+k\mu'+\omega+\omega'\big)$$

$$+\frac{5i+2k\nu}{(i+k\nu)^2}\,\mathrm{Sin}\,\big(i\mu+k\mu'+\omega+\omega'\big)\Big\}$$

Setzt man hier

$$2\,\mathrm{Sin}\,\phi+\frac{e}{2}\,\mathrm{Sin}\,2\,\phi=(1-ee)\,\overset{g}{S'}\,\mathrm{Sin}\,g\mu$$

$$\tfrac{3}{2}\,e+2\,\mathrm{Cos}\,\phi+\frac{e}{2}\,\mathrm{Cos}\,2\,\phi=(1-ee)\,\overset{g}{C'}\,\mathrm{Cos}\,g\mu$$

und, so wie bei der vorigen Entwickelung, $i+h+g=f$, so erhält man

$$[19]\ldots\delta v=\frac{aam}{a'a'\sqrt{(1-ee)}}\left\{\begin{aligned}&+\left\{\begin{aligned}&\overset{k\;i}{\alpha\,a}\,\frac{3i-k\nu}{i-k\nu}\cdot\frac{\mathrm{Cos}\,\frac{1}{2}I^2}{f-g-k\nu}\Big\{\overset{(f-i-g)}{s}\,\overset{g}{S'}-\overset{(f-i-g)}{c}\,\overset{g}{C'}\Big\}\\&+\overset{k\;f}{\alpha\,a}\cdot\frac{5f-2k\nu}{(f-k\nu)^2}\end{aligned}\right\}\mathrm{Sin}\,(f\mu-k\mu'+\omega-\omega')\\&+\left\{\begin{aligned}&\overset{k\;i}{\alpha\,a}\,\frac{3i+k\nu}{i+k\nu}\cdot\frac{\mathrm{Sin}\,\frac{1}{2}I^2}{f-g+k\nu}\Big\{\overset{(f-i-g)}{s}\,\overset{g}{S'}-\overset{(f-i-g)}{c}\,\overset{g}{C'}\Big\}\\&+\overset{k\;f}{\alpha\,a}\cdot\frac{5f+2k\nu}{(f+k\nu)^2}\end{aligned}\right\}\mathrm{Sin}\,(f\mu+k\mu'+\omega+\omega')\end{aligned}\right.$$

Von der Berechnung dieses Ausdrucks gilt alles das, was bei Gelegenheit von $\delta r$ gesagt worden ist; der Vortheil, auch hier nach [18] zu rechnen, wird noch dadurch vergrösert, dafs die bei der Berechnung von $\delta r$ schon angewandten, durch $A^f$ und $B^f$ u. s. w. bezeichneten Summen, hier wieder eine Anwendung finden.

## 7.

Die Störung der Breite ist, nach [9], wenn man, um abzukürzen, für

$$\int\left\{\left(\frac{dR}{d\iota}\right)\text{Cotg } I+\left(\frac{dR}{d\iota}\right)\text{Cosec } I\right\}d\mu \text{ und } \int\left(\frac{dR}{dI}\right)d\mu$$

$P$ und $P'$ schreibt,

$$\begin{aligned}\delta s &= -\frac{a}{\sqrt{(1-ee)}}\left\{P\text{ Sin }(\omega+\phi)-P'\text{ Cos }(\omega+\phi)\right\}\\ &= -\frac{a}{\sqrt{(1-ee)}}\left\{(P\text{ Sin }\omega-P'\text{Cos }\omega)\text{Cos }\phi+(P\text{ Cos }\omega+P'\text{Sin }\omega)\text{Sin }\phi\right\}\end{aligned}$$

Nach [14] und [15] ist

$$\begin{aligned}P = -\frac{am}{a'a'}\cdot\tfrac{1}{2}\text{ Sin } I\cdot\overset{k\ \ i}{\alpha\ a}&\left\{\frac{1}{i-k\nu}\text{ Cos }(i\mu-k\mu'+\omega-\omega')\right.\\ &\left.-\frac{1}{i+k\nu}\text{ Cos }(i\mu+k\mu'+\omega+\omega')\right\}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P' = -\frac{am}{a'a'}\cdot\tfrac{1}{2}\text{ Sin } I\cdot\overset{k\ \ i}{\alpha\ a}&\left\{\frac{1}{i-k\nu}\text{ Sin }(i\mu-k\mu'+\omega-\omega')\right.\\ &\left.-\frac{1}{i+k\nu}\text{ Sin }(i\mu+k\mu'+\omega+\omega')\right\}\end{aligned}$$

Wenn man dieses in den letzten Ausdruck von $\delta s$ setzt, so wird er

$$\delta s = \frac{aam\text{ Sin } I}{a'a'\sqrt{(1-ee)}}\cdot\frac{\overset{k\ \ i}{\alpha\ a}}{2}\left\{\begin{aligned}&\text{Sin }\phi\left\{\frac{\text{Cos }(i\mu-k\mu'-\omega')}{i-k\nu}-\frac{\text{Cos }(i\mu+k\mu'+\omega')}{i+k\nu}\right\}\\ -&\text{Cos }\phi\left\{\frac{\text{Sin }(i\mu-k\mu'-\omega')}{i-k\nu}-\frac{\text{Sin }(i\mu+k\mu'+\omega')}{i+k\nu}\right\}\end{aligned}\right\}$$

und wenn man Sin $\phi$ und Cos $\phi$ nach der oben schon angewandten Bezeichnung entwickelt,

$$\begin{aligned}\delta s = \frac{aam\text{ Sin } I}{a'a'\sqrt{(1-ee)}}\cdot\frac{\overset{k\ \ i}{\alpha\ a}}{2}\left\{\overset{g}{S}-\overset{g}{C}\right\}&\left\{\frac{1}{i-k\nu}\text{ Sin }\left((i+g)\mu-k\mu'-\omega'\right)\right.\\ &\left.-\frac{1}{i+k\nu}\text{ Sin }\left((i+g)\mu+k\mu'+\omega'\right)\right\}\end{aligned}$$

Setzt man in diesem Ausdrucke $i+g=f$, $i=f-g$, so wird er

$$[20]\ldots\ \delta s = \frac{aam\text{ Sin } I}{a'a'\sqrt{(1-ee)}}\cdot\frac{\overset{k\ (f-g)}{\alpha\quad a}}{2}\left\{\overset{g}{S}-\overset{g}{C}\right\}\left\{\frac{\text{Sin }(f\mu-k\mu'-\omega')}{f-g-k\nu}-\frac{\text{Sin }(f\mu+k\mu'+\omega')}{f-g+k\nu}\right\}$$

und erfordert daher, für gegebene $f$ und $k$, nur eine Summation, in Beziehung auf $g$.

## 8.

Diese vollständige Auflösung der Aufgabe erfordert nun noch die Bestimmung der durch $c$, $\gamma$, $C$, $C'$ und $s$, $\sigma$, $S$, $S'$ bezeichneten Coefficienten; man erhält dieselbe nach der Methode, welche ich der Akademie am 2ten Julius 1818 vorgelegt habe. Man hat nämlich

$$2\pi \overset{i}{c} = \int \frac{r}{a} \operatorname{Cos} \phi \operatorname{Cos} i\mu \cdot d\mu$$

$$2\pi \overset{i}{s} = \int \frac{r}{a} \operatorname{Sin} \phi \operatorname{Sin} i\mu \cdot d\mu$$

$$2\pi \overset{i}{\gamma} = \int \frac{a'a'}{r'r'} \operatorname{Cos} \phi' \cdot \operatorname{Cos} i\mu' \cdot d\mu'$$

$$2\pi \overset{i}{\sigma} = \int \frac{a'a'}{r'r'} \operatorname{Sin} \phi' \cdot \operatorname{Sin} i\mu' \cdot d\mu'$$

$$2\pi \overset{i}{C} = \int \operatorname{Cos} \phi \cdot \operatorname{Cos} i\mu \cdot d\mu$$

$$2\pi \overset{i}{S} = \int \operatorname{Sin} \phi \cdot \operatorname{Sin} i\mu \cdot d\mu$$

$$2\pi \overset{i}{C'} = \int \left\{ \tfrac{3}{2} e + 2 \operatorname{Cos} \phi + \tfrac{1}{2} e \operatorname{Cos} 2\phi \right\} \frac{\operatorname{Cos} i\mu}{1 - ee} d\mu$$

$$2\pi \overset{i}{S'} = \int \left\{ 2 \operatorname{Sin} \phi + \tfrac{1}{2} e \operatorname{Sin} 2\phi \right\} \frac{\operatorname{Sin} i\mu}{1 - ee} d\mu$$

sämmtliche Integrale von $\phi$, $\varepsilon$ oder $\mu = 0$ bis $2\pi$ genommen. Die sechs ersten derselben lassen sich leicht auf

$$\int \operatorname{Cos} i\mu \cdot \operatorname{Cos} \varepsilon d\varepsilon \text{ und} \int \operatorname{Sin} i\mu \cdot \operatorname{Sin} \varepsilon d\varepsilon$$

zurückführen, die beiden letzten auf die Coefficienten der Entwickelung der Mittelpunktsgleichung. Denn man hat

$$1 \ldots \frac{r}{a} \operatorname{Cos} \phi = \operatorname{Cos} \varepsilon - e, \text{ also}$$

$$2\pi \overset{i}{c} = \int (\operatorname{Cos} \varepsilon - e) \operatorname{Cos} i\mu \, d\mu = \frac{1}{i} \operatorname{Sin} i\mu (\operatorname{Cos} \varepsilon - e) + \frac{1}{i} \int \operatorname{Sin} i\mu \cdot \operatorname{Sin} \varepsilon d\varepsilon$$

wo das erste Glied, ausgenommen für $i = 0$, verschwindet; daher

$$[21] \ldots 2\pi\overset{0}{c} = -3\pi e;\; 2\pi\overset{i}{c} = \frac{1}{i}\int \text{Sin } i\mu \cdot \text{Sin } \varepsilon d\varepsilon$$

$$2 \ldots \frac{r}{a} \text{Sin } \phi = \sqrt{(1-ee)} \text{ Sin } \varepsilon$$

$$2\pi\overset{i}{s} = \sqrt{(1-ee)}\int \text{Sin } i\mu \text{ Sin } \varepsilon \cdot d\mu = \frac{-\sqrt{(1-ee)}}{i} \text{Cos } i\mu \text{ Sin } \varepsilon$$
$$+ \frac{\sqrt{(1-ee)}}{i}\int \text{Cos } i\mu \text{ Cos } \varepsilon d\varepsilon$$

$$[22] \ldots 2\pi\overset{0}{s} = 0;\; 2\pi\overset{i}{s} = \frac{\sqrt{(1-ee)}}{i}\int \text{Cos } i\mu \cdot \text{Cos } \varepsilon d\varepsilon$$

$$3 \ldots \frac{d\left(\frac{r}{a} \text{Sin } \phi\right)}{d\mu} = \frac{e + \text{Cos } \phi}{\sqrt{(1-ee)}}, \text{ oder Cos } \phi = \sqrt{(1-ee)} \frac{d\left(\frac{r}{a} \text{Sin } \phi\right)}{d\mu} - e$$

Das allgemeine Glied von $\frac{r}{a}$ Sin $\phi$ ist $= \overset{i}{s}$ Sin $i\mu$, also das allgemeine Glied von Cos $\phi = i \cdot \overset{i}{s} \sqrt{(1-ee)}$ Cos $i\mu$; daher

$$[23] \ldots 2\pi\overset{0}{C} = -2\pi e;\; 2\pi\overset{i}{C} = (1-ee)\int \text{Cos } i\mu \cdot \text{Cos } \varepsilon d\varepsilon$$

$$4 \ldots \frac{d\left(\frac{r}{a} \text{Cos } \phi\right)}{d\mu} = \frac{-\text{Sin } \phi}{\sqrt{(1-ee)}}, \text{ oder Sin } \phi = -\sqrt{(1-ee)} \frac{d\left(\frac{r}{a} \text{Cos } \phi\right)}{d\mu}$$

Das allgemeine Glied von $\frac{r}{a}$ Cos $\phi$ ist $= \overset{i}{c}$ Cos $i\mu$, also das allgemeine Glied von Sin $\phi = i \cdot \overset{i}{c} \sqrt{(1-ee)}$ Sin $i\mu$; daher

$$[24] \ldots 2\pi\overset{i}{S} = \sqrt{(1-ee)}\int \text{Sin } i\mu \text{ Sin } \varepsilon d\varepsilon$$

$$5 \ldots \frac{d \text{Sin} \phi}{d\mu} = \frac{aa}{rr}\sqrt{(1-ee)} \text{ Cos} \phi, \text{ oder} \frac{aa}{rr} \text{Cos } \phi = \frac{1}{\sqrt{(1-ee)}} \frac{d \text{Sin} \phi}{d\mu}, \text{ folglich}$$

$$[25] \ldots 2\pi\overset{i}{\gamma} = i\int \text{Sin } i\mu' \text{ Sin } \varepsilon' d\varepsilon'$$

$$6 \ldots \frac{d \text{Cos} \phi}{d\mu} = \frac{-aa}{rr}\sqrt{(1-ee)} \text{ Sin } \phi, \text{ oder} \frac{aa}{rr} \text{Sin} \phi = \frac{-1}{\sqrt{(1-ee)}} \cdot \frac{d \text{Cos} \phi}{d\mu}, \text{ folglich}$$

$$[26] \ldots 2\pi\overset{i}{\sigma} = i\sqrt{(1-e'e')}\int \text{Cos } i\mu' \text{ Cos } \varepsilon' d\varepsilon'$$

$$7\ldots \frac{\frac{3}{2}e + 2\,\text{Cos}\,\phi + \frac{1}{2}e\,\text{Cos}\,2\,\phi}{1-ee} = \frac{1-ee}{e\,(1-e\,\text{Cos}\,\varepsilon)^2} - \frac{1}{e}$$

$$\frac{d\phi}{d\mu} = \frac{\sqrt{(1-ee)}}{(1-e\,\text{Cos}\,\varepsilon)^2}\text{, folglich}$$

$$\frac{\frac{3}{2}e + 2\,\text{Cos}\,\phi + \frac{1}{2}e\,\text{Cos}\,2\phi}{1-ee} = \frac{\sqrt{(1-ee)}}{e} \cdot \frac{d\phi}{d\mu} - \frac{1}{e}$$

Wenn man daher die Mittelpunktsgleichung durch

$$\phi - \mu = 2A'\,\text{Sin}\,\mu + 2A''\,\text{Sin}\,2\mu + \text{u. s. w.}$$

bezeichnet, so hat man

$$[27]\ldots \overset{0}{C'} = \frac{-1+\sqrt{(1-ee)}}{e}\,;\quad \overset{i}{C'} = \frac{i\sqrt{(1-ee)}}{e}\,A^{(i)}$$

$$8\ldots \frac{d\phi}{de} = \frac{\text{Sin}\,\phi}{1-ee}\,(2+e\,\text{Cos}\,\phi) = \frac{(2\,\text{Sin}\,\phi + \frac{1}{2}e\,\text{Sin}\,2\phi)}{1-ee}\text{, also}$$

$$[28]\ldots \overset{i}{S'} = \frac{d\,A^{(i)}}{de}.$$

Die beiden in den sechs ersten Formeln vorkommenden Integrale

$$\int \text{Cos}\,i\mu \cdot \text{Cos}\,\varepsilon\,d\varepsilon \text{ und} \int \text{Sin}\,i\mu \cdot \text{Sin}\,\varepsilon\,d\varepsilon$$

kann man leicht auf $\int \text{Cos}\,(h\varepsilon - k\,\text{Sin}\,\varepsilon)\,d\varepsilon$ reduciren, wo $h$ eine ganze Zahl bedeutet; dieses letzte Integral werde ich durch

$$\int \text{Cos}\,(h\varepsilon - k\,\text{Sin}\,\varepsilon)\,d\varepsilon = 2\pi\,\text{I}_k^h$$

bezeichnen. Man hat nämlich

$$\int \text{Cos}\,i\mu \cdot \text{Cos}\,\varepsilon\,d\varepsilon = \int \text{Cos}\,i\mu\Big(1 - (1-e\,\text{Cos}\,\varepsilon)\Big)\frac{d\varepsilon}{e}$$

$$= \frac{1}{e}\int \text{Cos}\,i\mu \cdot d\varepsilon - \frac{1}{e}\int \text{Cos}\,i\mu \cdot d\mu$$

wo der letzte Theil, von $\mu = 0$ bis $\mu = 2\pi$ genommen, verschwindet; also

$$[29]\ldots\ldots\ldots\ldots \int \text{Cos}\,i\mu \cdot \text{Cos}\,\varepsilon\,d\varepsilon = 2\pi \cdot \frac{1}{e}\,\text{I}_{ie}^{i}$$

Ferner hat man

$$\int \text{Sin}\,i\mu \cdot \text{Sin}\,\varepsilon\,d\varepsilon = \int \text{Cos}\,i\mu \cdot \text{Cos}\,\varepsilon\,d\varepsilon - \int \text{Cos}\,(\varepsilon + i\mu)\,d\varepsilon$$

oder

$$[30] \ldots\ldots \int \mathrm{Sin}\, i\mu \cdot \mathrm{Sin}\, \varepsilon\, d\varepsilon = 2\pi \frac{1}{e} I^{i}_{ie} - 2\pi \cdot I^{i+1}_{ie}$$

Die Reihenentwickelung von $I^h_k$ erhält man auf die, in meiner Abhandlung über die Keplersche Aufgabe angewandte Art [1], nämlich

$$[31] \ldots I^h_k = \frac{\left(\frac{k}{2}\right)^h}{\Pi h} \left\{ 1 - \frac{1}{h+1}\left(\frac{k}{2}\right)^2 + \frac{1}{1.2\,(h+1)\,(h+2)}\left(\frac{k}{2}\right)^4 - \frac{1}{1.2.3\,(h+1)\,(h+2)\,(h+3)}\left(\frac{k}{2}\right)^6 + \text{u.s.w.} \right\}$$

woraus also folgende Formeln für die Berechnung der Coefficienten der obigen Ausdrücke hervorgehen, wobei die Reihen

$$1 - \frac{1}{i+1} \cdot \left(\frac{ie}{2}\right)^2 + \frac{1}{1.2\,(i+1)\,(i+2)}\left(\frac{ie}{2}\right)^4 - \text{u. s. w.}$$

$$1 - \frac{1}{i+2} \cdot \left(\frac{ie}{2}\right)^2 + \frac{1}{1.2\,(i+2)\,(i+3)}\left(\frac{ie}{2}\right)^4 - \text{u. s. w.}$$

der Kürze wegen durch $\phi i$ und $\phi' i$ bezeichnet sind:

$$\overset{i}{c} = \frac{\left(\frac{ie}{2}\right)^{i-1}}{2\,\Pi i}\left\{\phi i - \frac{eei}{2i+2}\phi' i\right\} \quad ; \quad \overset{0}{c} = -\tfrac{3}{2}e$$

$$\overset{i}{s} = \frac{\left(\frac{ie}{2}\right)^{i-1}}{2\,\Pi i}\sqrt{(1-ee)} \cdot \phi i \quad ; \quad \overset{0}{s} = 0$$

$$\overset{i}{C} = \frac{\left(\frac{ie}{2}\right)^{i}}{e\,\Pi i}(1-ee) \cdot \phi i \quad ; \quad \overset{0}{C} = -e$$

$$\overset{i}{S} = \frac{\left(\frac{ie}{2}\right)^{i}}{e\,\Pi i}\sqrt{(1-ee)}\left\{\phi i - \frac{eei}{2i+2}\phi' i\right\} \quad ; \quad \overset{0}{S} = 0$$

$$\overset{i}{\gamma} = \frac{i\left(\frac{ie'}{2}\right)^{i}}{e'\,\Pi i}\left\{\phi i - \frac{e'e'i}{2i+2}\phi' i\right\} \quad ; \quad \overset{0}{\gamma} = 0$$

$$\overset{i}{\sigma} = \frac{i\left(\frac{ie'}{2}\right)^{i}}{e'\,\Pi i}\sqrt{(1-e'e')} \cdot \phi i \quad ; \quad \overset{0}{\sigma} = 0$$

$$\overset{i}{a} = \frac{\left(\frac{ie}{2}\right)^{i-1}}{2\,\Pi i}\left\{\left(1 + \sqrt{(1-ee)}\right)\phi i - \frac{eei}{2i+2}\phi' i\right\} \quad ; \quad \overset{0}{a} = -\tfrac{3}{2}e$$

---

[1] Abhandlungen der Akademie 1816-17. Mathemat. Klasse S. 55.

$$\overset{-i}{\alpha} = \frac{\left(\frac{ie}{2}\right)^{i-1}}{2\,\Pi\,i} \cdot \left\{ \left(1 - \sqrt{(1-ee)}\right) \phi i - \frac{ee\,i}{2i+2}\, \phi' i \right\}$$

$$\overset{i}{\alpha} = \frac{i\left(\frac{ie'}{2}\right)^{i}}{e'\,\Pi\,i} \left\{ \left(1 + \sqrt{(1-e'e')}\right) \phi i - \frac{e'e'\,i}{2i+2}\, \phi' i \right\}; \quad \overset{0}{\alpha} = 0$$

$$\overset{-i}{\alpha} = \frac{i\left(\frac{ie'}{2}\right)^{i}}{e'\,\Pi\,i} \left\{ \left(1 - \sqrt{(1-e'e')}\right) \phi i - \frac{e'e'\,i}{2i+2}\, \phi' i \right\}$$

Die Zahlenwerthe von $\overset{i}{C'}$ und $\overset{i}{S'}$ leitet man aus den bekannten Coefficienten der Reihenentwickelung der Mittelpunktsgleichung nach [27] und [28] ab.

## 9.

In den meisten vorkommenden Fällen werden die Ausdrücke von $\delta r$, $\delta v$, $\delta s$ sehr schnell convergiren, wenn man sie in Reihen entwickelt, welche nach den Potenzen der Excentricitäten und der Neigung fortschreiten; diese Reihen erhält man, wenn man die eben bestimmten Coefficienten nach den Potenzen von $e$, $e'$, $I$ schreibt und in die Ausdrücke [17], [19] und [20] setzt. Durch eine doppelt, sowohl nach dieser, als noch nach einer andern Art, geführte Rechnung habe ich diese Reihen bis zu den Gliedern der zweiten Ordnung incl. entwickelt, und führe das Resultat davon hier an; wenn die höheren Ordnungen noch merkliche Werthe haben, so ist es bequemer, nach der oben entwickelten strengen Methode zu rechnen.

$$[32] \ldots \delta r = m \cdot \frac{a^3}{a'a'} \operatorname{Cos} \tfrac{1}{2} I^2 \sqrt{(1-e'e')} \times$$

$$\left( \begin{aligned}
& \operatorname{Cos}(\mu - \mu' + \omega - \omega')\ \tfrac{1}{2} \left\{ -\frac{3}{\nu} + \frac{4}{\nu-1} - \frac{1}{\nu-2} + \frac{ee}{2}\left( \frac{1}{\nu+1} + \frac{3}{\nu} - \frac{2}{\nu-1} \right.\right. \\
& \qquad\qquad \left.\left. + \frac{1}{\nu-2} - \frac{3}{\nu-3} + \frac{6}{(\nu-2)^2} \right) \right\} \\
& + \operatorname{Cos}(\ \ - \mu' + \omega - \omega')\ \tfrac{1}{4} e \left\{ \frac{1}{\nu+1} + \frac{6}{\nu} - \frac{5}{\nu-1} - \frac{2}{\nu-2} + \frac{6}{(\nu-1)^2} \right\} \\
& + \operatorname{Cos}(2\mu - \mu' + \omega - \omega')\ \tfrac{1}{4} e \left\{ -\frac{6}{\nu} - \frac{1}{\nu-1} + \frac{10}{\nu-2} - \frac{3}{\nu-3} - \frac{6}{(\nu-1)^2} \right\} \\
& + \operatorname{Cos}(\mu - 2\mu' + \omega - \omega')\ \tfrac{1}{2} e' \left\{ -\frac{3}{\nu} - \frac{1}{\nu-1} + \frac{8}{2\nu-1} \right\} \\
& + \operatorname{Cos}(\mu + \mu' + \omega - \omega')\ \tfrac{1}{16} e'e' \left\{ \frac{3}{\nu} - \frac{4}{\nu+1} + \frac{1}{\nu+2} \right\}
\end{aligned} \right.$$

$$+\,\mathrm{Cos}\,(-\mu-\mu'+\omega-\omega')\,\tfrac{1}{16}\,ee\left\{\frac{2}{\nu+2}-\frac{8}{\nu+1}+\frac{27}{\nu}-\frac{12}{\nu-1}-\frac{9}{\nu-2}+\frac{24}{(\nu-1)^2}\right\}$$

$$+\,\mathrm{Cos}\,(3\mu-\mu'+\omega-\omega')\,\tfrac{1}{16}\,ee\left\{-\frac{27}{\nu}+\frac{4}{\nu-1}-\frac{9}{\nu-2}+\frac{18}{\nu-3}-\frac{16}{\nu-4}-\frac{24}{(\nu-1)^2}-\frac{24}{(\nu-2)^2}\right\}$$

$$+\,\mathrm{Cos}\,(-2\mu'+\omega-\omega')\,\tfrac{1}{2}\,ee'\left\{+\frac{3}{\nu}-\frac{1}{\nu-1}+\frac{1}{2\nu+1}-\frac{5}{2\nu-1}+\frac{6}{(2\nu-1)^2}\right\}$$

$$+\,\mathrm{Cos}\,(2\mu-2\mu'+\omega-\omega')\,\tfrac{1}{2}\,ee'\left\{-\frac{3}{\nu}+\frac{5}{\nu-1}-\frac{1}{2\nu-1}-\frac{3}{2\nu-2}-\frac{6}{(2\nu-1)^2}\right\}$$

$$+\,\mathrm{Cos}\,(\mu-3\mu'+\omega-\omega')\,\tfrac{27}{16}\,e'e'\left\{\frac{1}{\nu}-\frac{4}{3\nu-1}+\frac{1}{3\nu-2}\right\}$$

$$+\,\mathrm{Cos}\,(\mu+\mu'+\omega+\omega')\,\tfrac{1}{2}\,\mathrm{Sin}\,\tfrac{1}{2}I^2\left\{\frac{3}{\nu}-\frac{4}{\nu+1}+\frac{1}{\nu+2}\right\}$$

$$[35]\ldots\ \delta v = m\cdot\frac{a\,a}{a'\,a'}\,\mathrm{Cos}\,\tfrac{1}{2}I^2\sqrt{(1-e'e')}\ \times$$

$$\mathrm{Sin}\,(\mu-\mu'+\omega-\omega')\left\{\frac{3}{\nu}-\frac{2}{\nu-1}-\frac{1}{\nu-2}+\frac{3}{(\nu-1)^2}+\frac{ee}{8}\left(-\frac{5}{\nu+1}+\frac{4}{\nu-1}+\frac{16}{\nu-2}-\frac{15}{\nu-3}-\frac{12}{(\nu-1)^2}+\frac{24}{(\nu-2)^2}\right)\right\}$$

$$+\,\mathrm{Sin}\,(-\mu'+\omega-\omega')\,\tfrac{1}{4}\,e\left\{-\frac{2}{\nu+1}+\frac{9}{\nu}-\frac{2}{\nu-1}-\frac{5}{\nu-2}+\frac{12}{(\nu-1)^2}\right\}$$

$$+\,\mathrm{Sin}\,(2\mu-\mu'+\omega-\omega')\,\tfrac{1}{4}\,e\left\{\frac{15}{\nu}-\frac{6}{\nu-1}-\frac{3}{\nu-2}-\frac{6}{\nu-3}+\frac{12}{(\nu-1)^2}+\frac{12}{(\nu-2)^2}\right\}$$

$$+\,\mathrm{Sin}\,(\mu-2\mu'+\omega-\omega')\,e'\left\{\frac{3}{\nu}-\frac{4}{2\nu-1}-\frac{2}{2\nu-2}+\frac{6}{(2\nu-1)^2}\right\}$$

$$+\,\mathrm{Sin}\,(\mu+\mu'+\omega-\omega')\,\tfrac{1}{8}\,e'e'\left\{\frac{1}{\nu+2}+\frac{2}{\nu+1}-\frac{3}{\nu}+\frac{3}{(\nu+1)^2}\right\}$$

$$+\,\mathrm{Sin}\,(-\mu-\mu'+\omega-\omega')\,\tfrac{1}{8}\,ee\left\{-\frac{2}{\nu+2}-\frac{1}{\nu+1}+\frac{21}{\nu}-\frac{5}{\nu-1}-\frac{13}{\nu-2}-\frac{3}{(\nu+1)^2}+\frac{30}{(\nu-1)^2}\right\}$$

$$+\,\mathrm{Sin}\,(3\mu-\mu'+\omega-\omega')\,\tfrac{1}{8}\,ee\left\{\frac{39}{\nu}-\frac{15}{\nu-1}-\frac{5}{\nu-2}-\frac{3}{\nu-3}-\frac{16}{\nu-4}+\frac{30}{(\nu-1)^2}+\frac{24}{(\nu-2)^2}+\frac{27}{(\nu-3)^2}\right\}$$

$$+\,\mathrm{Sin}\,(-2\mu'+\omega-\omega')\,\tfrac{1}{2}\,ee'\left\{-\frac{2}{2\nu+1}+\frac{9}{2\nu}-\frac{2}{2\nu-1}-\frac{5}{2\nu-2}+\frac{12}{(2\nu-1)^2}\right\}$$

$$+\,\mathrm{Sin}\,(2\mu-2\mu'+\omega-\omega')\,\tfrac{1}{2}\,ee'\left\{\frac{15}{2\nu}-\frac{6}{2\nu-1}-\frac{3}{2\nu-2}-\frac{6}{2\nu-3}+\frac{12}{(2\nu-1)^2}+\frac{12}{(2\nu-2)^2}\right\}$$

$$+\,\mathrm{Sin}\,(\mu-3\mu'+\omega-\omega')\,\tfrac{27}{8}\,e'e'\left\{-\frac{1}{\nu}+\frac{2}{3\nu-1}+\frac{1}{3\nu-2}-\frac{5}{(3\nu-1)^2}\right\}$$

$$+\,\mathrm{Sin}\,(\mu+\mu'+\omega+\omega')\,\mathrm{Sin}\,\tfrac{1}{2}I^2\left\{-\frac{3}{\nu}+\frac{2}{\nu+1}+\frac{1}{\nu+2}+\frac{3}{(\nu+1)^2}\right\}$$

$$[34] \ldots \; \delta s = m \cdot \frac{a\,a}{a'a'} \frac{\operatorname{Sin} I}{2} \times$$

$$\left\{\begin{array}{l} \operatorname{Sin}(\mu' + \omega') \left\{\frac{1}{\nu+1} - \frac{1}{\nu-1}\right\} \\ + \operatorname{Sin}(2\mu' + \omega')\; 2e' \left\{\frac{1}{2\nu+1} - \frac{1}{2\nu+1}\right\} \\ + \operatorname{Sin}(\mu + \mu + \omega')\; \frac{e}{2} \left\{-\frac{2}{\nu+1} + \frac{3}{\nu} - \frac{2}{\nu-1} + \frac{1}{\nu+2}\right\} \\ + \operatorname{Sin}(-\mu + \mu' + \omega') \cdot \frac{e}{2} \left\{\frac{2}{\nu+1} - \frac{3}{\nu} + \frac{2}{\nu-1} - \frac{1}{\nu-2}\right\} \end{array}\right.$$

## 10.

Obgleich die immer convergirende Reihe [31] zu der Berechnung der Zahlenwerthe von $I_k^h$ hinreicht und daher für die Aufgabe, welche aufgelöset werden sollte, von dieser Seite nichts zu wünschen übrig bleibt, so glaube ich doch diese Gelegenheit benutzen zu dürfen, um über die bestimmten Integrale, welche hier angewandt worden sind, etwas zu sagen.

Nicht nur die Mittelpunktsgleichung und die Gröfsen

$$\operatorname{Cos}\phi,\; \operatorname{Sin}\phi,\; r\operatorname{Cos}\phi,\; r\operatorname{Sin}\phi,\; \frac{1}{rr}\operatorname{Cos}\phi,\; \frac{1}{rr}\operatorname{Sin}\phi$$

führen in ihrer Entwickelung auf diese bestimmten Integrale, sondern dieses ist auch der Fall bei

$$\log r,\; r^n,\; r^n \operatorname{Cos} m\phi,\; r^n \operatorname{Sin} m\phi,\; r^n \operatorname{Cos} m\varepsilon,\; r^n \operatorname{Sin} m\varepsilon$$

immer wenn $n$ und $m$ ganze, entweder positive oder negative Zahlen, 0 nicht ausgeschlossen, sind. Da die meisten Probleme der physischen Astronomie auf solche Reihenentwickelungen zurückführen, so ist eine genauere Kenntnifs dieser Integrale wünschenswerth.

Ich werde, der Kürze wegen, die vier Integrale, von 0 bis $2\pi$ genommen, folgendermafsen bezeichnen:

$$\frac{2\pi}{e}\mathrm{L} = \int \operatorname{Cos} i\mu \operatorname{Cos}\varepsilon\, d\varepsilon; \quad \frac{2\pi}{e}\mathrm{L}' = \int \operatorname{Sin} i\mu \operatorname{Sin}\varepsilon\, d\varepsilon$$

$$\frac{2\pi}{e}\mathrm{M} = \int \frac{\operatorname{Cos} i\mu \operatorname{Cos}\varepsilon\, d\varepsilon}{1 - e\operatorname{Cos}\varepsilon}; \quad \frac{2\pi}{e}\mathrm{M}' = \int \frac{\operatorname{Sin} i\mu \operatorname{Sin}\varepsilon\, d\varepsilon}{1 - e\operatorname{Cos}\varepsilon}$$

und zuerst zeigen, dafs die Entwickelung der angeführten Gröfsen von denselben abhängt.

Bezeichnet man den Coefficienten von Cos $i\mu$ in der Entwickelung des Logarithmen von $r$ durch $\overset{i}{\mathrm{H}}$ und nimmt man denselben so, dafs die Reihe nicht nur alle positiven ganzen $i$, sondern auch die negativen enthält, so hat man

$$2\pi \overset{i}{\mathrm{H}} = \int \log\, r \,\mathrm{Cos}\, i\mu \cdot d\mu$$

$$= \frac{1}{i} \log\, r \,\mathrm{Sin}\, i\mu - \frac{e}{i} \int \frac{\mathrm{Sin}\, i\mu \cdot \mathrm{Sin}\,\varepsilon\, d\varepsilon}{1 - e\,\mathrm{Cos}\,\varepsilon}$$

also, mit Ausnahme von $i = 0$,

$$[35] \ldots\ldots\ldots \overset{i}{\mathrm{H}} = -\frac{1}{i} M'$$

Für $i = 0$ erhält man einen logarithmischen Ausdruck; man hat nämlich, wenn man

$$\frac{e}{1 + \sqrt{(1-ee)}}$$

durch $\lambda$ bezeichnet und die halbe grofse Axe $= 1$ annimmt,

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{\sqrt{(1-ee)}} \left\{ 1 + 2\lambda\,\mathrm{Cos}\,\varepsilon + 2\lambda^2\,\mathrm{Cos}\,2\varepsilon + 2\lambda^3\,\mathrm{Cos}\,3\varepsilon + \ldots \right\}$$

und wenn man mit $dr = e\,\mathrm{Sin}\,\varepsilon\, d\varepsilon$ multiplicirt und integrirt

$$\log r = c - 2\left\{\lambda\,\mathrm{Cos}\,\varepsilon + \tfrac{1}{2}\lambda^2\,\mathrm{Cos}\,2\varepsilon + \tfrac{1}{3}\lambda^3\,\mathrm{Cos}\,3\varepsilon + \ldots\right\},$$

zur Bestimmung der Constante $c$ ist, für $\varepsilon = 0$

$$\log(1-e) = c - 2\left\{\lambda + \tfrac{1}{2}\lambda^2 + \tfrac{1}{3}\lambda^3 + \ldots\right\} = c + 2l\,(1-\lambda)$$

also

$$\log r = l\,\frac{1-e}{(1-\lambda)^2} - 2\left\{\lambda\,\mathrm{Cos}\,\varepsilon + \tfrac{1}{2}\lambda^2\,\mathrm{Cos}\,2\varepsilon + \tfrac{1}{3}\lambda^3\,\mathrm{Cos}\,3\varepsilon + \ldots\right\}$$

und wenn man dieses mit $d\mu = (1 - e\,\mathrm{Cos}\,\varepsilon)\,d\varepsilon$ multiplicirt und von $0$ bis $2\pi$ integrirt

$$[36] \ldots\ldots\ldots \overset{0}{\mathrm{H}} = l\,\frac{1-e}{(1-\lambda)^2} + \lambda e = l\,\frac{1+\sqrt{(1-ee)}}{2} + \frac{ee}{1+\sqrt{(1-ee)}}$$

Den Coefficienten von Cos $i\mu$ in der Entwickelung der ganzen Potenzen des Radiusvectors $= r^n$, bezeichne ich durch $C^{(n)}$; ich werde zuerst die vier Integrale durch diese Coefficienten ausdrücken und dann eine allgemeine Relation zwischen den zu verschiedenen Potenzen von $r$ gehörigen $C$ geben, woraus denn hervorgehen wird, dafs $C^{(n)}$ jedesmal auf diese Integrale zurückgeführt werden kann.

Man hat

$$1 \ldots \int \text{Cos}\, i\mu \,\text{Cos}\, \varepsilon \, d\varepsilon = \frac{1}{e} \int \text{Cos}\, i\mu \,(1-r)\, d\varepsilon = \frac{2\pi}{e}\, C^{(-1)}$$

wovon $i = 0$ ausgenommen ist.

$$2 \ldots \int \text{Sin}\, i\mu \,\text{Sin}\, \varepsilon \, d\varepsilon = \frac{r}{e} \,\text{Sin}\, i\mu - \frac{i}{e} \int rr \,\text{Cos}\, i\mu \, d\varepsilon = -\frac{2\pi}{e}\, i\, C^{(1)}$$

$$3 \ldots \int \frac{\text{Cos}\, i\mu \,\text{Cos}\, \varepsilon \, d\varepsilon}{1 - e \,\text{Cos}\, \varepsilon} = \frac{1}{e} \int \text{Cos}\, i\mu \left(\frac{1}{r} - 1\right) d\varepsilon = \frac{2\pi}{e} \left\{ -C^{(-1)} + C^{(-2)} \right\}$$

$$4 \ldots \int \frac{\text{Sin}\, i\mu \,\text{Sin}\, \varepsilon \, d\varepsilon}{1 - e \,\text{Cos}\, \varepsilon} = -\frac{1}{i} \,\frac{\text{Cos}\, i\mu \,\text{Sin}\, \varepsilon}{(1 - e\,\text{Cos}\,\varepsilon)^2} + \frac{1}{i} \int \text{Cos}\, i\mu \cdot d\left(\frac{\text{Sin}\, \varepsilon}{rr}\right)$$

wenn man im letzten Gliede wirklich differentiirt und Sin $\varepsilon^2$ durch $r$ eliminirt, so erhält man, mit Ausnahme von $i = 0$,

$$\int \frac{\text{Sin}\, i\mu \,\text{Sin}\, \varepsilon \, d\varepsilon}{1 - e\,\text{Cos}\, \varepsilon} = \frac{1}{ie} \int \text{Cos}\, i\mu \, d\varepsilon \left(\frac{1}{r} - \frac{3}{rr} + \frac{2(1-ee)}{r^3}\right)$$

oder

$$= \frac{2\pi}{e} \cdot \frac{1}{i} \left\{ C^{(-2)} - 3\, C^{(-3)} + 2(1-ee)\, C^{(-4)} \right\}$$

Die oben erwähnte allgemeine Relation erhält man, wenn man den zweiten Differentialquotienten von $r^n$, vor und nach der Entwickelung in die Reihe, vergleicht; man hat nämlich dadurch

$$\frac{d^2\, r^n}{d\mu^2} = -n \cdot (n-1)\, r^{n-2} + n\,(2n-3)\, r^{n-3} - n\,(n-2)\,(1-ee)\, r^{n-4}$$
$$= -\Sigma\, ii\, C^{(n)} \,\text{Cos}\, i\mu$$

folglich

$$[37] \ldots 0 = ii\, C^{(n)} - n\,(n-1)\, C^{(n-2)} + n\,(2n-3)\, C^{(n-3)} - n\,(n-2)\,(1-ee)\, C^{(n-4)}$$

und diese Relation, verbunden mit den vorher gegebenen vier Sätzen, bestimmt alle $C^{(n)}$. Für verschiedene Werthe von $n$ findet man nämlich:

$$
\begin{array}{llllll}
n = -2 \ldots\ldots 0 = ii\, C^{(-2)} & - 6\, C^{(-4)} & + 14\, C^{(-5)} & - 8\,(1-ee)\, C^{(-6)} \\
n = -1 \ldots\ldots 0 = ii\, C^{(-1)} & - 2\, C^{(-3)} & + 5\, C^{(-4)} & - 3\,(1-ee)\, C^{(-5)} \\
n = \quad 0 \ldots\ldots 0 = ii\, C^{(0)} & & & \\
n = +1 \ldots\ldots 0 = ii\, C^{(1)} & \quad * & - \quad C^{(-2)} & + \quad (1-ee)\, C^{(-3)} \\
n = +2 \ldots\ldots 0 = ii\, C^{(2)} & - 2\, C^{(0)} & + 2\, C^{(-1)} & \quad * \\
n = +3 \ldots\ldots 0 = ii\, C^{(3)} & - 6\, C^{(1)} & + 9\, C^{(0)} & - 3\,(1-ee)\, C^{(-1)} \\
n = +4 \ldots\ldots 0 = ii\, C^{(4)} & - 12\, C^{(2)} & + 20\, C^{(1)} & - 8\,(1-ee)\, C^{(0)}
\end{array}
$$

u. s. w.

Ferner hat man die vier Sätze

$$
[58] \ldots\ldots \begin{cases} \mathrm{L} = \quad C^{(-1)} \quad ; & \mathrm{L}' = -\, i\, C^{(1)} \\ \mathrm{M} = -\, C^{(-1)} + C^{(-2)} \; ; & \mathrm{M}' = \frac{1}{i} \left\{ C^{(-2)} - 3\, C^{(-3)} + 2\,(1-ee)\, C^{(-4)} \right\} \end{cases}
$$

so dafs die Verbindung derselben mit den eben angeführten Gleichungen sowohl hinreichend als nothwendig ist, um alle $C$ zu bestimmen:

$$
\begin{aligned}
C^{(-4)} &= \left\{ (2+ee)\,\mathrm{L} + 3\, i\, \mathrm{L}' + (2+ee)\,\mathrm{M} + i\,(1-ee)\,\mathrm{M}' \right\} : 2\,(1-ee)^2 \\
C^{(-3)} &= \left\{ \mathrm{L} + i\mathrm{L}' + \mathrm{M} \right\} : (1-ee) \\
C^{(-2)} &= \mathrm{L} + \mathrm{M} \\
C^{(-1)} &= \mathrm{L} \\
C^{(1)} &= -\frac{1}{i}\, \mathrm{L}' \\
C^{(2)} &= -\frac{2}{ii}\, \mathrm{L} \\
C^{(3)} &= \frac{3\,(1-ee)}{ii}\, \mathrm{L} - \frac{6}{i^3}\, \mathrm{L}' \\
C^{(4)} &= -\frac{24}{i^4}\, \mathrm{L} - \frac{20}{i^3}\, \mathrm{L}'
\end{aligned}
$$

u. s. w.

Für $i = 0$ hat man, statt der Relation [57], die folgende

$$[39] \ldots 0 = (n+1)\, C^{(n)} - (2n+1)\, C^{(n-1)} + (1-ee)\, n\, C^{(n-2)}$$

und diese, verbunden mit

$$C^{(0)} = 1\,;\;\; C^{(-1)} = 1\,;\;\; C^{(-2)} = \frac{1}{\sqrt{(1-ee)}}$$

giebt alle übrigen $C$.

Dafs auch $r^n \operatorname{Cos} m\phi$ und $r^n \operatorname{Sin} m\phi$ von den vier Integralen abhängen, läfst sich am leichtesten dadurch zeigen, dafs man diese Ausdrücke von $\phi$ befreiet und dagegen $r$ einführt. Man hat nämlich $\operatorname{Cos} m\phi$ gleich einer ganzen rationalen Function von $\operatorname{Cos}\phi = \frac{1-ee}{er} - \frac{1}{e}$, wodurch $r^n \operatorname{Cos} m\phi$ sich in eine Reihe von Gliedern, von der Form $\mathrm{F} \cdot r^f$ verwandelt, deren jedes daher, in seiner Entwickelung, den Coefficienten von $\operatorname{Cos} i\mu = \mathrm{F} \cdot C^{(f)}$ giebt; $r^n \operatorname{Sin} m\phi$ ist dagegen gleich einer Reihe von Gliedern von der Form $\mathrm{F}\, r^f \operatorname{Sin}\phi$, oder

$$\mathrm{F}\, \frac{\sqrt{(1-ee)}}{e} \cdot \frac{r^f dr}{d\mu} = \mathrm{F}\, \frac{\sqrt{(1-ee)}}{e\,(f+1)}\, \frac{d \cdot r^{f+1}}{d\mu}$$

und der Coefficient von $\operatorname{Sin} i\mu$ daher

$$= -\mathrm{F} \cdot \frac{i\sqrt{(1-ee)}}{e\,(f+1)}\, C^{(f+1)}.$$

Eben so wie $r^n \operatorname{Cos} m\phi$ und $r^n \operatorname{Sin} m\phi$ verhalten sich in dieser Beziehung $r^n \operatorname{Cos} m\varepsilon$ und $r^n \operatorname{Sin} m\varepsilon$. Es geht also hieraus hervor, dafs alle Entwickelungen der ganzen Potenzen des Radius-vectors, oder der Producte dieser Potenzen in Cosinusse oder Sinusse der Vielfachen der Anomalien, von den vier Integralen abhängen. Die zweckmäfsigsten Arten, die Reduction wirklich zu machen, wird man aus den unten vorkommenden weiteren Untersuchungen über die Integrale ableiten.

## 11.

Was die beiden ersten Integrale L und L′ betrifft, so ist ihre Reduction auf $I_k^h$ oben [29] und [30] schon gegeben; wir werden also nur diese transcendente Function näher untersuchen dürfen.

Man hat

$$\operatorname{Cos}\left((i+1)\,\varepsilon - k \operatorname{Sin}\varepsilon\right) + \operatorname{Cos}\left((i-1)\,\varepsilon - k \operatorname{Sin}\varepsilon\right) = 2 \operatorname{Cos}(i\varepsilon - k \operatorname{Sin}\varepsilon) \operatorname{Cos}\varepsilon$$

und wenn man das letzte Glied

$$\frac{2i}{k} \operatorname{Cos}(i\varepsilon - k \operatorname{Sin}\varepsilon) - \frac{2}{k} \operatorname{Cos}(i\varepsilon - k \operatorname{Sin}\varepsilon)\ (i - k \operatorname{Cos}\varepsilon)$$

schreibt, mit $d\varepsilon$ multiplicirt und von $0$ bis $2\pi$ integrirt

$$[40] \ldots\ldots\ldots \quad 0 = k\, I_k^{i-1} - 2i\, I_k^i + k\, I_k^{i+1}$$

Aus dieser Gleichung geht hervor, dafs man durch zwei Functionen dieser Art alle übrigen ausdrücken kann, und dafs man daher nur zwei, z. B.

$$I_k^0 = 1 - \frac{k^2}{2^2} + \frac{k^4}{(2 \cdot 4)^2} - \frac{k^6}{(2 \cdot 4 \cdot 6)^2} + \text{etc.} \ldots$$

$$I_k^1 = \frac{2k}{2^2} - \frac{4k^3}{(2 \cdot 4)^2} + \frac{6k^5}{(2 \cdot 4 \cdot 6)^2} - \frac{8k^7}{(2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8)^2} + \text{etc.} \ldots$$

zu kennen braucht, um alle $I_k^i$ dadurch zu finden; ferner dafs

$$[41] \ldots\ldots\ldots \quad I_k^{-i} = (-1)^i\, I_k^i$$

ist, so dafs also nur positive ganze $i$ betrachtet werden dürfen.

Den Ausdruck von $I_k^i$ durch $I_k^0$ und $I_k^1$ erhält man durch die Eigenschaften der Kettenbrüche. Man hat nämlich aus [40]

$$\frac{I_k^i}{I_k^{i-1}} = \cfrac{\frac{k}{2i}}{1 - \frac{k}{2i} \cdot \frac{I_k^{i+1}}{I_k^i}}$$

und wenn man dieses fortsetzt

$$[42] \ldots \frac{I_k^i}{I_k^{i-1}} = \cfrac{\frac{k}{2i}}{1 - \cfrac{\frac{kk}{2i \,.\, 2i+2}}{1 - \cfrac{\frac{kk}{2i+2 \,.\, 2i+4}}{\ddots \cfrac{}{1 - \cfrac{\frac{kk}{2i+2h-4 \,.\, 2i+2h-2}}{1 - \frac{k}{2i+2h-2} \cdot \frac{I_k^{i+h}}{I_k^{i+h-1}}}}}}}$$

Für $h = \infty$ giebt dieser Kettenbruch das Verhältnifs zweier aufeinander folgenden Functionen unabhängig von anderen;

für $i = 1$ und $h = i - 1$ giebt er

$$[43] \ldots \frac{\mathrm{I}_k^1}{\mathrm{I}_k^0} = \cfrac{\frac{k}{2}}{1 - \cfrac{\frac{kk}{2.4}}{1 - \cfrac{\frac{kk}{4.6}}{\begin{array}{c}\vdots\\ 1 - \cfrac{\frac{kk}{2i-4.2i-2}}{1 - \frac{k}{2i-2} \cdot \frac{\mathrm{I}_k^i}{\mathrm{I}_k^{i-1}}}\end{array}}}}$$

Verwandelt man diesen Kettenbruch, bis zu einem Gliede $1 - \frac{kk}{2h-2.2h}$ incl. genommen, in einen gewöhnlichen Bruch und bezeichnet man Zähler und Nenner desselben durch $A^{(h)}$ und $B^{(h)}$, so hat man [43]

$$\frac{\mathrm{I}_k^1}{\mathrm{I}_k^0} = \frac{A^{(i-1)} - \frac{k}{2i-2} \cdot A^{(i-2)}\, \mathrm{I}_k^i : \mathrm{I}_k^{i-1}}{B^{(i-1)} - \frac{k}{2i-2} \cdot B^{(i-2)}\, \mathrm{I}_k^i : \mathrm{I}_k^{i-1}}$$

oder ...... $\frac{\mathrm{I}_k^i}{\mathrm{I}_k^{i-1}} = \frac{2i-2}{k} \cdot \frac{A^{(i-1)} - B^{(i-1)}\, \mathrm{I}_k^1 : \mathrm{I}_k^0}{A^{(i-2)} - B^{(i-2)}\, \mathrm{I}_k^1 : \mathrm{I}_k^0}$ ;

ähnliche Ausdrücke hat man, wenn man successive $i$ in $i - 1$, $i - 2$, $i - 3 \ldots . 2$ verwandelt; multiplicirt man dieselben miteinander, so ist das Product

$$\frac{\mathrm{I}_k^i}{\mathrm{I}_k^1} = \frac{2 \cdot 4 \ldots . 2i-2}{k^{i-1}} \cdot \frac{A^{(i-1)} - B^{(i-1)}\, \mathrm{I}_k^1 : \mathrm{I}_k^0}{- \mathrm{I}_k^1 : \mathrm{I}_k^0}$$

oder

$$[44] \ldots \mathrm{I}_k^i = \frac{-2 \cdot 4 \ldots . 2i-2}{k^{i-1}} \left\{ A^{(i-1)}\, \mathrm{I}_k^0 - B^{(i-1)}\, \mathrm{I}_k^1 \right\}$$

Eliminirt man $\mathrm{I}_k^0$ und $\mathrm{I}_k^1$ aus drei Ausdrücken dieser Art für $\mathrm{I}_k^i$, $\mathrm{I}_k^h$, $\mathrm{I}_k^l$, so erhält man eine Gleichung zwischen diesen drei Functionen, welche durch Berücksichtigung der bekannten Eigenschaften der Kettenbrüche, auf ihre einfachste Gestalt gebracht

werden kann. Wenn aber $k$ ein kleiner Bruch ist, so ist weder [44], noch ein anderer endlicher Ausdruck, welcher ein höheres $\mathrm{I}_k^i$ aus zwei niedrigeren ergiebt, zur Rechnung bequem; denn da $\mathrm{I}_k^i$ von der Ordnung von $k^i$ ist, so ist $A^{(i-1)}\,\mathrm{I}_k^0 - B^{(i-1)}\,\mathrm{I}_k^1$ von der Ordnung von $k^{2i-1}$ und wird durch den Unterschied zweier Gröfsen von der Ordnung von $k$ gefunden, also mit desto geringerer Genauigkeit, je kleiner $k$ und je gröfser $i$ ist.

Von dieser Unbequemlichkeit frei ist ein anderer, aber unendlicher Ausdruck von $\mathrm{I}_k^i$, welchen man leicht aus [44] ableiten kann. Eliminirt man nämlich $\mathrm{I}_k^1$ aus den Ausdrücken von $\mathrm{I}_k^i$ und $\mathrm{I}_k^{i+1}$, so erhält man

$$-\frac{2i}{k}\,B^{(i)}\,\mathrm{I}_k^i + B^{(i-1)}\,\mathrm{I}_k^{i+1} = \frac{2\cdot 4\ldots 2i}{k^i}\left\{A^{(i-1)}\,B^{(i)} - A^{(i)}\,B^{(i-1)}\right\}\mathrm{I}_k^0$$

und nach den bekannten Eigenschaften der Kettenbrüche hat man

$$A^{(i-1)}\,B^{(i)} - A^{(i)}B^{(i-1)} = \frac{-k^{2i-1}}{2^2\cdot 4^2\ldots(2i-2)^2\cdot 2i};$$

setzt man dieses in den eben gefundenen Ausdruck, so wird er

$$-\frac{2i}{k}\,B^{(i)}\,\mathrm{I}_k^i + B^{(i-1)}\,\mathrm{I}_k^{i+1} = \frac{-k^{i-1}}{2\cdot 4\ldots 2i-2}\,\mathrm{I}_k^0$$

oder$\ldots\,\mathrm{I}_k^i = \dfrac{k^i}{2\cdot 4\ldots 2i}\cdot\dfrac{\mathrm{I}_k^0}{B^{(i)} - B^{(i-1)}\,\frac{k}{2i}\cdot\frac{\mathrm{I}_k^{i+1}}{\mathrm{I}_k^i}}$

und nach [42]

$$[45]\ldots\,\mathrm{I}_k^i = \frac{k^i}{2\cdot 4\ldots 2i}\cdot\cfrac{\mathrm{I}_k^0}{B^{(i)} - B^{(i-1)}\,\cfrac{\frac{kk}{2i\cdot 2i+2}}{1-\cfrac{\frac{kk}{2i+2\cdot 2i+4}}{1-\text{etc.}\ldots}}}$$

Diese verschiedenen Ausdrücke können, wenn man nicht unmittelbar nach der Reihe [31] rechnen will, benutzt werden, um $\mathrm{I}_k^i$ aus $\mathrm{I}_k^0$ und $\mathrm{I}_k^1$ zu erhalten; [44] mit desto geringerem Nachtheile, je gröfser $k$ ist.

## 12.

Differentiirt man $2\pi\, I_k^i = \int \text{Cos}\,(i\varepsilon - k\,\text{Sin}\,\varepsilon)\, d\varepsilon$ in Beziehung auf $k$, so erhält man $\int \text{Sin}\,(i\varepsilon - k\,\text{Sin}\,\varepsilon)\,\text{Sin}\,\varepsilon\, d\varepsilon$, also nach [30]

$$\frac{dI_k^i}{dk} = \frac{i}{k}\, I_k^i - I_k^{i+1}, \quad \text{oder}$$

$$I_k^{i+1} = \frac{i}{k}\, I_k^i - \frac{dI_k^i}{dk}$$

Dividirt man diese Gleichung durch $\left(\frac{k}{2}\right)^{i+1}$, so ergiebt sie

$$\frac{I_k^{i+1}}{\left(\frac{k}{2}\right)^{i+1}} = -\frac{d\left\{\frac{I_k^i}{\left(\frac{k}{2}\right)^i}\right\}}{d \cdot \frac{kk}{4}} = \frac{d^2\left\{\frac{I_k^{i-1}}{\left(\frac{k}{2}\right)^{i-1}}\right\}}{\left(d \cdot \frac{kk}{4}\right)^2} = \text{etc.}$$

oder

$$[46] \ldots\ldots \frac{I_k^{i+h}}{\left(\frac{k}{2}\right)^{i+h}} = (-1)^h\, \frac{d^h\left\{\frac{I_k^i}{\left(\frac{k}{2}\right)^i}\right\}}{\left(d \cdot \frac{kk}{4}\right)^h}$$

wovon ein besonderer Fall ist

$$[47] \ldots\ldots \frac{I_k^i}{\left(\frac{k}{2}\right)^i} = (-1)^i\, \frac{d^i \cdot I_k^0}{\left(d \cdot \frac{kk}{4}\right)^i}$$

Vergleicht man [40] und [46], so erhält man die Differentialgleichung der zweiten Ordnung, welcher $I_k^i$ entspricht:

$$[48] \ldots 0 = \frac{d^2\, I_k^i}{dk^2} + \frac{1}{k}\,\frac{dI_k^i}{dk} + I_k^i\left(1 - \frac{ii}{kk}\right)$$

Die durch [46] angegebene Verbindung der verschiedenen, zu einem gleichen Argumente $k$ gehörigen Functionen, ergiebt die endliche Veränderung einer derselben, welche dadurch entsteht, dafs $k$ sich in $k + z$ verwandelt. Man hat nämlich

$$\frac{d\cdot\dfrac{I^i_k}{\left(\frac{k}{2}\right)^i}}{d\left(\frac{kk}{4}\right)} = -\frac{I^{i+1}_k}{\left(\frac{k}{2}\right)^{i+1}}$$

$$\frac{d^2\cdot\dfrac{I^i_k}{\left(\frac{k}{2}\right)^i}}{\left(d\,\frac{kk}{4}\right)^2} = +\frac{I^{i+2}_k}{\left(\frac{k}{2}\right)^{i+2}}$$

$$\frac{d^3\cdot\dfrac{I^i_k}{\left(\frac{k}{2}\right)^i}}{\left(d\,\frac{kk}{4}\right)^3} = -\frac{I^{i+3}_k}{\left(\frac{k}{2}\right)^{i+3}}$$

u. s. w.

also nach dem Taylorschen Lehrsatze

$$\frac{I^i_{k+z}}{\left(\frac{k+z}{2}\right)^i} = \frac{I^i_k}{\left(\frac{k}{2}\right)^i} + \frac{d\cdot\dfrac{I^i_k}{\left(\frac{k}{2}\right)^i}}{d\cdot\frac{kk}{4}}\cdot\left(\frac{kz}{2}+\frac{zz}{4}\right) + \frac{d^2\cdot\dfrac{I^i_k}{\left(\frac{k}{2}\right)^i}}{2\left(d\cdot\frac{kk}{4}\right)^2}\cdot\left(\frac{kz}{2}+\frac{zz}{4}\right)^2 + \text{etc.}\ldots$$

oder

$$[49]\ldots\ldots I^i_{(k+z)} = \left(1+\frac{z}{k}\right)^i \left\{I^i_k - I^{i+1}_k\cdot z\left(1+\frac{z}{2k}\right) + \frac{I^{i+2}_k}{1\cdot 2}\,z^2\left(1+\frac{z}{2k}\right)^2 - \text{etc.}\ldots\right\}$$

welche Reihe zur Berechnung und Interpolation einer Tafel dieser Functionen angewendet werden kann und bei der, dieser Abhandlung angehängten, von $k = 0$ bis $k = 3,2$ gehenden, $I^0_k$ und $I^1_k$ enthaltenden, benutzt worden ist.

## 15.

Auf die Function $I^i_k$ lassen sich noch andere Integrale zurückführen, wie aus den folgenden Beispielen hervorgehen wird.

$$[50]\ldots\ \frac{1}{2\pi}\int \text{Cos}\,(i\varepsilon - m\,\text{Cos}\,\varepsilon - n\,\text{Sin}\,\varepsilon)\,d\varepsilon = \text{Cos}\,i\alpha\ I^i_{\sqrt{(mm+nn)}}$$

Beweis. Setzt man $m = a\,\text{Sin}\,\alpha$, $n = a\,\text{Cos}\,\alpha$, $\alpha+\varepsilon = z$, so wird der Ausdruck

$$= \frac{1}{2\pi}\int \text{Cos}\,(-ia + iz - a\,\text{Sin}\,z)\,dz = \frac{\text{Cos}\,ia}{2\pi}\int \text{Cos}\,(iz - a\,\text{Sin}\,z)\,dz$$
$$+ \frac{\text{Sin}\,ia}{2\pi}\int \text{Sin}\,(iz - a\,\text{Sin}\,z)\,dz$$

Das letzte Glied dieses Ausdrucks verschwindet aber, wenn man es von $0$ bis $2\pi$ nimmt; denn $\text{Sin}\,(iz - a\,\text{Sin}\,z)$ läſst sich in eine Reihe von Sinussen der Vielfachen von $z$ verwandeln. Also bleibt nur das erste übrig und dieses giebt

$$\text{Cos}\,ia\;\text{I}_a^i = \text{Cos}\,ia\;\text{I}^i_{\sqrt{(mm+nn)}}$$

[51]... $\frac{1}{2\pi}\int \text{Cos}\,i\varepsilon\;\text{Cos}\,(m\,\text{Cos}\,\varepsilon + n\,\text{Sin}\,\varepsilon)\,d\varepsilon = \text{Cos}\,ia\;\text{I}^i_{\sqrt{(mm+nn)}}$ für ein gerades $i$ und $= 0$ für ein ungerades.

Beweis. Das Integral ist

$$\frac{1}{4\pi}\int \text{Cos}\,(i\varepsilon - m\,\text{Cos}\,\varepsilon - n\,\text{Sin}\,\varepsilon)\,d\varepsilon + \frac{1}{4\pi}\int \text{Cos}\,(-i\varepsilon - m\,\text{Cos}\,\varepsilon - n\,\text{Sin}\,\varepsilon)\,d\varepsilon$$

also nach [41] und [50]

$$\tfrac{1}{2}\,\text{Cos}\,ia\left\{\text{I}^i_{\sqrt{(mm+nn)}} + (-1)^i\;\text{I}^i_{\sqrt{(mm+nn)}}\right\}\;Q.\,E.\,D.$$

[52]... $\frac{1}{2\pi}\int \text{Sin}\,i\varepsilon\;\text{Sin}\,(m\,\text{Cos}\,\varepsilon + n\,\text{Sin}\,\varepsilon)\,d\varepsilon = \text{Cos}\,ia\;\text{I}^i_{\sqrt{(mm+nn)}}$ für ein ungerades $i$ und $= 0$ für ein gerades.

Beweis. Das Integral ist

$$\frac{1}{4\pi}\int \text{Cos}\,(i\varepsilon - m\,\text{Cos}\,\varepsilon - n\,\text{Sin}\,\varepsilon)\,d\varepsilon - \frac{1}{4\pi}\int \text{Cos}\,(-i\varepsilon - m\,\text{Cos}\,\varepsilon - n\,\text{Sin}\,\varepsilon)\,d\varepsilon$$

also nach [41] und [50]

$$\tfrac{1}{2}\,\text{Cos}\,ia\left\{\text{I}^i_{\sqrt{(mm+nn)}} - (-1)^i\;\text{I}^i_{\sqrt{(mm+nn)}}\right\}\;Q.\,E.\,D.$$

[53]... $\frac{1}{2\pi}\int \text{Cos}\,\varepsilon^{2i}\;\text{Cos}\,(k\,\text{Sin}\,\varepsilon)\,d\varepsilon = \frac{1\cdot 3\ldots 2i-1}{k^i}\,\text{I}^i_k$

Beweis. Durch theilweise Integration erhält man das Integral

$$\text{Sin}\,\varepsilon\;\text{Cos}\,\varepsilon^{2i-1}\;\text{Cos}\,(k\,\text{Sin}\,\varepsilon) - \frac{k}{2i+1}\;\text{Cos}\,\varepsilon^{2i+1}\;\text{Sin}\,(k\,\text{Sin}\,\varepsilon)$$
$$+ (2i-1)\int \text{Cos}\,\varepsilon^{2i-2}\;\text{Cos}\,(k\,\text{Sin}\,\varepsilon)\,d\varepsilon - (2i-1)\int \text{Cos}\,\varepsilon^{2i}\;\text{Cos}\,(k\,\text{Sin}\,\varepsilon)\,d\varepsilon$$
$$+ \frac{kk}{2i+1}\int \text{Cos}\,\varepsilon^{2i+2}\;\text{Cos}\,(k\,\text{Sin}\,\varepsilon)\,d\varepsilon$$

wo die beiden ersten Glieder, von $\varepsilon = 0$ bis $\varepsilon = 2\pi$ genommen, verschwinden; man hat also

$$0 = (2i-1)\int \operatorname{Cos}\varepsilon^{2i-2} \operatorname{Cos}(k \operatorname{Sin}\varepsilon)\, d\varepsilon - 2i\int \operatorname{Cos}\varepsilon^{2i} \operatorname{Cos}(k\operatorname{Sin}\varepsilon)\, d\varepsilon$$
$$+ \frac{kk}{2i+1}\int \operatorname{Cos}\varepsilon^{2i+2} \operatorname{Cos}(k\operatorname{Sin}\varepsilon)\, d\varepsilon$$

und wenn man

$$\int \operatorname{Cos}\varepsilon^{2h} \cdot \operatorname{Cos}(k\operatorname{Sin}\varepsilon)\, d\varepsilon \text{ durch } \frac{1 \cdot 3 \ldots . 2h-1}{k^h}\, \phi h$$

bezeichnet

$$0 = k\phi\,(i-1) - 2i\,\phi\,(i) + k\phi\,(i+1)$$

Diese Relation stimmt mit [40] überein; allein für $i = 0$ und $i = 1$ findet man $\phi 0 = \mathrm{I}_k^0$ und $\phi 1 = \mathrm{I}_k^1$, also auch $\phi 2 = \mathrm{I}_k^2$, u.s.w. *Q. E. D.*

$$[54] \ldots \int \operatorname{Cos} kz \cdot (1-zz)^{\frac{2i-1}{2}}\, dz \begin{bmatrix}\text{von } z=0 \\ \text{bis } z=1\end{bmatrix} = \frac{1 \cdot 3 \ldots . 2i-1}{4k^i}\, \mathrm{I}_k^i$$

Beweis. $\operatorname{Cos}\varepsilon^{2i} \operatorname{Cos}(k\operatorname{Sin}\varepsilon)$ enthält nur gerade Potenzen von $\operatorname{Cos}\varepsilon$ und $\operatorname{Sin}\varepsilon$, also nur Cosinusse der geraden Vielfachen von $\varepsilon$; $\int \operatorname{Cos}\varepsilon^{2i} \cdot \operatorname{Cos}(k\operatorname{Sin}\varepsilon)\, d\varepsilon$ also, aufser dem in $\varepsilon$ multiplicirten Gliede, nur Sinusse der geraden Vielfachen von $\varepsilon$, welche daher, von $0$ bis $\frac{1}{2}\pi$, von $\frac{1}{2}\pi$ bis $\pi$, von $\pi$ bis $\frac{3}{2}\pi$ und von $\frac{3}{2}\pi$ bis $2\pi$ genommen, verschwinden. Man hat daher

$$\int \operatorname{Cos}\varepsilon^{2i} \operatorname{Cos}(k\operatorname{Sin}\varepsilon)\, d\varepsilon \begin{bmatrix}\text{von } \varepsilon=0 \\ \text{bis } \varepsilon=\frac{1}{2}\pi\end{bmatrix} = \frac{1}{4}\int \operatorname{Cos}\varepsilon^{2i} \operatorname{Cos}(k\operatorname{Sin}\varepsilon)\, d\varepsilon \begin{bmatrix}\text{von } \varepsilon=0 \\ \text{bis } \varepsilon=2\pi\end{bmatrix}$$
$$= \frac{1 \cdot 3 \ldots . 2i-1}{4 \cdot k^i}\, \mathrm{I}_k^i \text{ nach } [53]$$

Schreibt man $z$ für $\operatorname{Sin}\varepsilon$, so erhält man $d\varepsilon = \frac{dz}{\sqrt{(1-zz)}}$, $\operatorname{Cos}\varepsilon^2 = 1 - zz$ und damit den Satz.

$$[55] \ldots \frac{1}{2\pi}\int e^{n \operatorname{Cos}\varepsilon} \operatorname{Cos}(m\operatorname{Sin}\varepsilon)\, d\varepsilon = \mathrm{I}^0_{\sqrt{(mm-nn)}}$$

Beweis. Die ungeraden Potenzen von $\operatorname{Cos}\varepsilon$, in der Entwickelung der Exponentialgröfse verschwinden aus dem Integrale; man hat dasselbe daher

$$= \frac{1}{2\pi}\int d\varepsilon \left\{1 + \frac{n^2}{\Pi 2}\operatorname{Cos}\varepsilon^2 + \frac{n^4}{\Pi 4}\operatorname{Cos}\varepsilon^4 + \ldots\right\}\left\{1 - \frac{m^2}{\Pi 2}\operatorname{Sin}\varepsilon^2 + \frac{m^4}{\Pi 4}\operatorname{Sin}\varepsilon^4 - \text{etc}\ldots\right\}$$

und das allgemeine Glied des Products dieser beiden Reihen

$$= \frac{n^{2i}}{\Pi 2i}\operatorname{Cos}\varepsilon^{2i} - \frac{n^{2i-2}\,m^2}{\Pi(2i-2)\,\Pi 2}\operatorname{Cos}\varepsilon^{2i-2}\operatorname{Sin}\varepsilon^2 + \frac{n^{2i-4}\,m^4}{\Pi(2i-4)\,\Pi 4}\operatorname{Cos}\varepsilon^{2i-4}\operatorname{Sin}\varepsilon^4 - \text{etc}\ldots;$$

allein $\frac{1}{2\pi}\int \operatorname{Cos}\varepsilon^{2i-2h}\operatorname{Sin}\varepsilon^{2h}\,d\varepsilon = \frac{1}{2^{2i}}\cdot\frac{\Pi 2h\cdot\Pi(2i-2h)}{\Pi i\cdot\Pi h\cdot\Pi(i-h)}$ und daher das allgemeine Glied

$$= \frac{1}{2^{2i}(\Pi i)^2}\left\{n^{2i} - i\cdot n^{2i-2}m^2 + \frac{i\cdot i-1}{1\cdot 2}n^{2i-4}m^4 - \text{etc}\ldots.\right\} = \frac{(n^2-m^2)^i}{2^{2i}(\Pi i)^2}.$$

Das allgemeine Glied von $I_k^0$ ist $= (-1)^i\,\frac{k^{2i}}{2^{2i}(\Pi i)^2}$, woraus, wenn man $\sqrt{(mm-nn)}$ für $k$ schreibt, der Satz folgt.

Man könnte die Anzahl dieser Sätze noch sehr vermehren, auch, durch Verwechselung der Sinus und Cosinus Abänderungen derselben machen, allein ich glaube nicht länger dabei verweilen zu dürfen. Ich bemerke nur noch, dafs die Reihenentwickelungen von $\operatorname{Cos} k\cdot I_k^0$ und $\operatorname{Sin} k\cdot I_k^0$ nach sehr einfachen Gesetzen fortschreiten: man hat nämlich

$$I_k^0 = \frac{1}{2\pi}\int \operatorname{Cos}(k\operatorname{Cos}\varepsilon)\,d\varepsilon;\quad 0 = \frac{1}{2\pi}\int \operatorname{Sin}(k\operatorname{Cos}\varepsilon)\,d\varepsilon;$$

durch Multiplication dieser Gleichungen mit

$$\begin{array}{c|c} \operatorname{Cos} k & \operatorname{Sin} k \\ \operatorname{Sin} k & -\operatorname{Cos} k \end{array}$$

findet man

$$\operatorname{Cos} k\cdot I_k^0 = \frac{1}{2\pi}\int \operatorname{Cos}(k - k\operatorname{Cos}\varepsilon)\,d\varepsilon = \frac{1}{2\pi}\int \operatorname{Cos}(2k\operatorname{Sin}\tfrac{1}{2}\varepsilon^2)\,d\varepsilon$$

$$\operatorname{Sin} k\cdot I_k^0 = \frac{1}{2\pi}\int \operatorname{Sin}(k - k\operatorname{Cos}\varepsilon)\,d\varepsilon = \frac{1}{2\pi}\int \operatorname{Sin}(2k\operatorname{Sin}\tfrac{1}{2}\varepsilon^2)\,d\varepsilon$$

und wenn man die beiden letzten Ausdrücke in die Reihen

$$\frac{1}{2\pi}\int d\varepsilon\left\{1-\frac{(2k)^2\operatorname{Sin}\frac{1}{2}\varepsilon^4}{\Pi 2}+\frac{(2k)^4\operatorname{Sin}\frac{1}{2}\varepsilon^8}{\Pi 4}-\frac{(2k)^6\operatorname{Sin}\frac{1}{2}\varepsilon^{12}}{\Pi 6}+\text{etc.}\ldots\right\}$$

$$\frac{1}{2\pi}\int d\varepsilon\left\{2k\operatorname{Sin}\tfrac{1}{2}\varepsilon^2-\frac{(2k)^3\operatorname{Sin}\frac{1}{2}\varepsilon^6}{\Pi 3}+\frac{(2k)^5\operatorname{Sin}\frac{1}{2}\varepsilon^{10}}{\Pi 5}-\text{etc.}\ldots\right\}$$

entwickelt und jedes Glied derselben von $0$ bis $2\pi$ nimmt,

$$[56]\ldots\begin{cases}\operatorname{Cos}k\cdot \mathrm{I}_k^0=1-\dfrac{1.3}{(\Pi 2)^2}k^2+\dfrac{3.5.7}{(\Pi 4)^2}k^4-\dfrac{3.5.7.9.11}{(\Pi 6)^2}k^6+\text{etc.}\ldots\\ \operatorname{Sin}k\cdot \mathrm{I}_k^0=k-\dfrac{3.5}{(\Pi 3)^2}k^3+\dfrac{3.5.7.9}{(\Pi 5)^2}k^5-\dfrac{3.5.7.9.11.13}{(\Pi 7)^2}k^7+\text{etc.}\ldots\end{cases}$$

## 14.

Die Function $\mathrm{I}_k^0$ hat mit den Sinussen und Cosinussen die merkwürdige Eigenschaft gemein, immer wenn ihr Argument $k$ von $2n\pi$ bis zu $(2n+2)\pi$ wächst, zweimal zu verschwinden und dann das Zeichen zu ändern. Ich werde zeigen, dafs $\mathrm{I}_k^0$ von $k=m\pi$ bis $(m+\frac{1}{2})\pi$ immer positiv ist, wenn $m$ eine gerade Zahl, und negativ, wenn $m$ ungerade ist.

Wenn man $\operatorname{Sin}\varepsilon=z$ und $k=\frac{2m+m'}{2}\cdot\pi$ setzt, wo $m'$ einen eigentlichen Bruch bedeutet, so hat man nach der bei [54] gemachten Bemerkung,

$$\mathrm{I}_k^0=\frac{2}{\pi}\int\operatorname{Cos}\frac{2m+m'}{2}\pi z\cdot\frac{dz}{\sqrt{(1-zz)}}\begin{bmatrix}\text{von } z=0\\ \text{bis } z=1\end{bmatrix};$$

schreibt man $v$ für $(2m+m')z$, so verwandelt sich dieser Ausdruck in

$$\mathrm{I}_k^0=\frac{2}{\pi}\int\operatorname{Cos}\frac{\pi}{2}v\cdot\frac{dv}{\sqrt{\left((2m+m')^2-vv\right)}}\begin{bmatrix}\text{von } v=0\\ \text{bis } v=2m+m'\end{bmatrix}$$

Das Integral, von $v=a$ bis $v=b$ genommen, ist, wenn man $h+u$ für $v$ schreibt

$$=\int\operatorname{Cos}\left(\frac{h\pi}{2}+\frac{\pi}{2}u\right)\frac{du}{\sqrt{\left((2m+m')^2-(h+u)^2\right)}}\begin{bmatrix}\text{von } u=a-h\\ \text{bis } u=b-h\end{bmatrix}$$

nimmt man nun $h$ nach und nach $=1, 3, \ldots 2m-1$ und $a$ und $b$ immer $=h-1$ und $h+1$, so ergiebt der letzte Ausdruck

$$\mathrm{I}_k^0 = \frac{2}{\pi}\int \mathrm{Sin}\,\frac{\pi}{2}\,u\cdot du\left\{\frac{-1}{\sqrt{(\mu\mu-(1+u)^2)}}+\frac{1}{\sqrt{(\mu\mu-(3+u)^2)}}-\ldots\right.$$

$$\left.+\frac{(-1)^{m-1}}{\sqrt{(\mu\mu-(2m-3+u)^2)}}+\frac{(-1)^m}{\sqrt{(\mu\mu-(2m-1+u)^2)}}\right\}\begin{bmatrix}\text{von } u=-1\\ \text{bis } u=+1\end{bmatrix}$$

$$+\frac{2}{\pi}(-1)^m\int\frac{\mathrm{Cos}\,\frac{\pi}{2}\,u\cdot du}{\sqrt{(\mu\mu-(2m+u)^2)}}\begin{bmatrix}\text{von } u=0\\ \text{bis } u=m'\end{bmatrix}$$

wo $\mu$ für $2m+m'$ geschrieben ist. Die einzelnen Glieder dieses Ausdrucks sind positiv, das letzte offenbar weil $\frac{\pi}{2}\,u$ immer kleiner ist als $\frac{\pi}{2}$, die übrigen, weil ihr positiver Theil gröfser ist als der negative; denn man hat

$$\int\frac{\mathrm{Sin}\,\frac{\pi}{2}\,u\cdot du}{\sqrt{(\mu\mu-(h+u)^2)}}\begin{bmatrix}\text{von } u=-1\\ \text{bis } u=+1\end{bmatrix}=\int\mathrm{Sin}\,\frac{\pi}{2}\,u\cdot du\left\{\frac{1}{\sqrt{(\mu\mu-(h+u)^2)}}\right.$$

$$\left.-\frac{1}{\sqrt{(\mu\mu-(h-u)^2)}}\right\}\begin{bmatrix}\text{von } u=0\\ \text{bis } u=1\end{bmatrix}$$

wo der Nenner des positiven Theils stets kleiner ist als der des negativen. Ferner ist jedes folgende Glied gröfser als das vorhergehende, wegen der immer abnehmenden Nenner; die Summe zweier aufeinander folgenden hat daher das Zeichen des letzten derselben. Wenn $m$ gerade ist, so ist das letzte Glied in der Klammer positiv und daher die Summe aller Glieder positiv; wenn $m$ ungerade ist, so ist das letzte Glied negativ und daher die Summe aller Glieder bis zum zweiten negativ und das erste Glied, so wie das Glied aufser der Klammer, sind gleichfalls negativ.

Diese Eigenschaft kommt der Function $\mathrm{I}_k^0$ nicht allein zu, sondern alle $\mathrm{I}_k^i$ besitzen eine ähnliche. Man hat nämlich [46], wenn man, Kürze wegen, $\mathrm{I}_k^i$ durch $\left(\frac{k}{2}\right)^i R^{(i)}$ und $\frac{kk}{4}$ durch $\varkappa$ bezeichnet

$$R^{(i+1)} = -\frac{dR^{(i)}}{d\varkappa},$$

woraus folgt, dafs $R^{(i+1)}$ verschwindet wenn $R^{(i)}$ ein Maximum oder Minimum ist; allein zwischen zwei Werthen von $k$ oder $\varkappa$ für welche $R^{(i)}$ verschwindet, liegt nothwendig ein Maximum oder Mi-

nimum, also auch ein verschwindendes $R^{(i+1)}$. Es ist daher klar, dafs $\mathrm{I}_k^1$ eben so oft $= 0$ wird, so oft $\mathrm{I}_k^0$ ein Maximum oder Minimum ist; zwischen zwei Werthen von $k$ für welche $\mathrm{I}_k^1$ verschwindet, liegt immer ein Maximum oder Minimum von $R^1$, daher ein verschwindendes $\mathrm{I}_k^2$, u. s. w.

## 13.

Die beiden im 10ten Artikel durch M und M′ bezeichneten Integrale sind weit zusammengesetzter als die beiden anderen L und L′. Eine endliche Relation zwischen einem derselben und der transcendenten Function $\mathrm{I}_k^i$ scheint nicht vorhanden zu seyn; allein man kann sehr leicht zeigen, dafs beide sich auf Integrale von der Form

$$\int \frac{\mathrm{Cos}\,(h\varepsilon - k\,\mathrm{Sin}\,\varepsilon)}{1 - e\,\mathrm{Cos}\,\varepsilon}\,d\varepsilon \begin{bmatrix}\text{von } \varepsilon = 0 \\ \text{bis } \varepsilon = 2\pi\end{bmatrix}$$

zurückführen lassen. Bezeichnet man dieses Integral durch

$$2\pi \cdot J_k^h,$$

so hat man nämlich

$$\frac{1}{2\pi}\int \frac{\mathrm{Cos}\,(i\varepsilon - k\,\mathrm{Sin}\,\varepsilon)\,\mathrm{Cos}\,\varepsilon}{1 - e\,\mathrm{Cos}\,\varepsilon}\,d\varepsilon = \tfrac{1}{2}\,J_k^{i-1} + \tfrac{1}{2}\,J_k^{i+1}$$

$$\frac{1}{2\pi}\int \frac{\mathrm{Sin}\,(i\varepsilon - k\,\mathrm{Sin}\,\varepsilon)\,\mathrm{Sin}\,\varepsilon}{1 - e\,\mathrm{Cos}\,\varepsilon}\,d\varepsilon = \tfrac{1}{2}\,J_k^{i-1} - \tfrac{1}{2}\,J_k^{i+1}$$

woraus für $k = ie$ die Ausdrücke von M und M′ folgen, nämlich

$$[57] \ldots\ldots\ldots\ldots \begin{cases} \mathrm{M} = \frac{e}{2}\,J_{ie}^{i-1} + \frac{e}{2}\,J_{ie}^{i+1} \\ \mathrm{M}' = \frac{e}{2}\,J_{ie}^{i-1} - \frac{e}{2}\,J_{ie}^{i+1} \end{cases}$$

Man hat ferner

$$\frac{1}{2\pi}\int \frac{\mathrm{Cos}\,(i\varepsilon - k\,\mathrm{Sin}\,\varepsilon)\,\mathrm{Cos}\,\varepsilon}{1 - e\,\mathrm{Cos}\,\varepsilon}\,d\varepsilon = -\frac{1}{2\pi e}\int \mathrm{Cos}\,(i\varepsilon - k\,\mathrm{Sin}\,\varepsilon)\,d\varepsilon$$

$$+ \frac{1}{2\pi e}\int \frac{\mathrm{Cos}\,(i\varepsilon - k\,\mathrm{Sin}\,\varepsilon)}{1 - e\,\mathrm{Cos}\,\varepsilon}\,d\varepsilon = -\frac{1}{e}\,\mathrm{I}_k^i + \frac{1}{e}\,J_k^i$$

und die Verbindung dieses Ausdrucks mit dem vorher für dasselbe Integral gefundenen giebt

$$[58] \ldots\ldots\ldots\ldots \mathrm{I}_k^i = -\frac{e}{2} J_k^{i-1} + J_k^i - \frac{e}{2} J_k^{i+1}$$

woraus also hervorgeht, dafs jedes $J_k^i$ durch $\mathrm{I}_k^0$, $\mathrm{I}_k^1$, $J_k^0$ und $J_k^1$ gefunden werden kann. Es wäre also nöthig, noch $J_k^0$ und $J_k^1$ näher zu untersuchen, allein es ist mir nicht gelungen, diese beiden transcendenten Functionen, welche die beiden Argumente $e$ und $k$ haben, auf andere, nur von Einem Argumente abhängige, welche in eine Tafel gebracht werden könnten, zurückzuführen.

Die Methode, das Integral $J_k^i$ in eine Reihe zu entwickeln, habe ich in meiner Abhandlung über das Keplersche Problem gegeben; hier theile ich eine zweite Reihenentwicklung mit, welche die Tafel für $\mathrm{I}_k^0$ und $\mathrm{I}_k^1$ voraussetzt und in allen Fällen convergirt. Man hat bekanntlich

$$\frac{1}{1 - e \operatorname{Cos} \varepsilon} = \frac{1}{\sqrt{(1-ee)}} \left\{ 1 + 2\lambda \operatorname{Cos} \varepsilon + 2\lambda^2 \operatorname{Cos} 2\varepsilon + 2\lambda^3 \operatorname{Cos} 3\varepsilon + \ldots \right.$$

wo

$$\lambda = \frac{e}{1 + \sqrt{(1-ee)}};$$

multiplicirt man diese Reihe mit $\operatorname{Cos}(i\varepsilon - k \operatorname{Sin} \varepsilon)\, d\varepsilon$ und integrirt von 0 bis $2\pi$, so erhält man:

$$J_k^i = \frac{1}{\sqrt{(1-ee)}} \left\{ \mathrm{I}_k^i + \lambda\, \mathrm{I}_k^{i+1} + \lambda^2\, \mathrm{I}_k^{i+2} + \ldots \right.$$
$$\left. + \lambda\, \mathrm{I}_k^{i-1} + \lambda^2\, \mathrm{I}_k^{i-2} + \ldots \right\}$$

oder anders geschrieben

$$[59] \ldots\ldots J_k^i = \frac{1}{\sqrt{(1-ee)}} \left\{ \lambda^i\, \mathrm{I}_k^0 + \lambda^{i-1}\, \mathrm{I}_k^1 + \ldots + \mathrm{I}_k^i \right.$$
$$- \lambda^{i+1}\, \mathrm{I}_k^1 + \lambda^{i+2}\, \mathrm{I}_k^2 - \lambda^{i+3}\, \mathrm{I}_k^3 + \text{etc.} \ldots$$
$$\left. + \lambda\, \mathrm{I}_k^{i+1} + \lambda^2\, \mathrm{I}_k^{i+2} + \lambda^3\, \mathrm{I}_k^{i+3} + \text{etc.} \ldots \right\}$$

wo die beiden unendlichen Reihen mit einem Gliede der $i + 2^{\text{ten}}$ Ordnung anfangen. Will man von $J_k^i$ zu dem folgenden $J_k^{i+1}$ übergehen, so erhält man eine dazu dienliche Formel, wenn man den eben gegebenen Ausdruck mit $\lambda$ multiplicirt und das Product von dem ähnlichen Ausdrucke für $J_k^{i+1}$ abzieht; man hat dadurch

$$[60]\ldots J_k^{i+1} = \lambda \cdot J_k^i + \frac{2}{1+\sqrt{(1-ee)}}\left\{I_k^{i+1} + \lambda\, I_k^{i+2} + \lambda^2\, I_k^{i+3} + \text{etc.}\ldots\right\}$$

Will man die beiden Integrale

$$\frac{1}{2\pi}\int\frac{\text{Cos}\,i\mu\,\text{Cos}\,\varepsilon}{1-e\,\text{Cos}\,\varepsilon}\,d\varepsilon \text{ und } \frac{1}{2\pi}\int\frac{\text{Sin}\,i\mu\,\text{Sin}\,\varepsilon}{1-e\,\text{Cos}\,\varepsilon}\,d\varepsilon$$

auf die Coefficienten der Reihe für die Mittelpunktsgleichung

$$\phi = \mu + 2A'\,\text{Sin}\,\mu + 2A''\,\text{Sin}\,2\mu + \text{etc.}\ldots$$

zurückführen, so geschieht dieses folgendermafsen:

$$\frac{1}{2\pi}\int\frac{\text{Cos}\,i\mu\,\text{Cos}\,\varepsilon}{1-e\,\text{Cos}\,\varepsilon}\,d\varepsilon = -\frac{1}{2\pi e}\int\text{Cos}\,i\mu\,d\varepsilon + \frac{1}{2\pi e}\int\frac{\text{Cos}\,i\mu\cdot d\varepsilon}{1-e\,\text{Cos}\,\varepsilon}$$

wo das letzte Glied der Ausdruck von $\frac{i}{e\sqrt{(1-ee)}}\,A^{(i)}$ ist; man hat daher

$$[61]\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots M = \frac{i}{\sqrt{(1-ee)}}\,A^{(i)} - I^i_{1,1}\,;$$

ferner hat man

$$\frac{d\phi}{de} = \frac{\text{Sin}\,\phi}{1-ee}(2+e\,\text{Cos}\,\phi) = \frac{\sqrt{(1-ee)}\,\text{Sin}\,\varepsilon}{1-e\,\text{Cos}\,\varepsilon}\left\{\frac{1}{1-ee} + \frac{1}{1-e\,\text{Cos}\,\varepsilon}\right\};$$

entwickelt man diesen Ausdruck in die Reihe

$$\frac{d\phi}{de} = 2B'\,\text{Sin}\,\mu + 2B''\,\text{Sin}\,2\mu + 2B'''\,\text{Sin}\,3\mu + \text{etc.}\ldots,$$

so ist einerseits

$$B^{(i)} = \frac{1}{\sqrt{(1-ee)}}\cdot\frac{1}{2\pi}\int\text{Sin}\,i\mu\,\text{Sin}\,\varepsilon\,d\varepsilon + \sqrt{(1-ee)}\cdot\int\frac{\text{Sin}\,i\mu\cdot\text{Sin}\,\varepsilon}{1-e\,\text{Cos}\,\varepsilon}\,d\varepsilon$$

und andrerseits

$$B^{(i)} = \frac{dA^{(i)}}{de}\;;$$

man hat also, nach [30],

$$[62]\ldots M' = \frac{e}{\sqrt{(1-ee)}}\cdot\frac{dA^{(i)}}{de} - \frac{1}{1-ee}\,I^i_{1,1} + \frac{e}{1-ee}\,I^{i+1}$$

## 16.

Bei der Auflösung der Aufgaben der physischen Astronomie, welche auf $I_k^i$ und $J_k^i$ zurückführen, wird $k$ meistentheils nicht

sehr grofs seyn; dann ist der Gebrauch der Tafel für die erste dieser Functionen nicht so zweckmäfsig und bequem, als die directe Berechnung des Reihenausdrucks derselben. Um aber doch von der Anwendung der am Ende dieser Abhandlung abgedruckten Tafeln Beispiele zu geben, werde ich den Coefficienten von Cos $4\mu$ in der Entwickelung von $r^3$ und den Coefficienten von Sin $4\mu$ in der Entwickelung der Mittelpunktsgleichung, beide für eine Ellipse, deren Excentricität $= 0,35$ ist, mittelst der Tafeln bestimmen.

Der Coefficient von Cos $i\mu$ in der Entwickelung von $r^3$ ist, nach den Formeln im 10ten Artikel

$$\frac{3(1-ee)}{ii} \mathrm{L} - \frac{6}{i^3} \mathrm{L}';$$

also für $i = 4$,

$$\tfrac{3}{16}(1-ee)\, e \cdot \frac{1}{2\pi}\int \mathrm{Cos}\, 4\mu\, \mathrm{Cos}\, \varepsilon\, d\varepsilon - \tfrac{3}{32}\, e\, \frac{1}{2\pi}\int \mathrm{Sin}\, 4\mu\, \mathrm{Sin}\, \varepsilon\, d\varepsilon$$

und nach [29] und [30]

$$= \tfrac{3}{16}(1-ee)\, \mathrm{I}^4_{1,4} - \tfrac{3}{32}\, \mathrm{I}^4_{1,4} + \tfrac{3}{32}\, e\, \mathrm{I}^5_{1,4}$$
$$= \tfrac{2,265}{32}\, \mathrm{I}^4_{1,4} + \tfrac{1,05}{32}\, \mathrm{I}^5_{1,4}$$

Aus den in der Tafel enthaltenen Werthen

$$\mathrm{I}^0_{1,4} = 0,56685\ 51204 \text{ und } \mathrm{I}^1_{1,4} = 0,54194\ 77139$$

findet man

$$\mathrm{I}^4_{1,4} = 0,00906\ 28717 \text{ und } \mathrm{I}^5_{1,4} = 0,00129\ 01251$$

und damit den gesuchten Coefficienten $= +0,00068\ 38136$, wobei zu bemerken ist, dafs man ihn verdoppeln mufs, wenn man nur die positiven Vielfachen von $\mu$, in der Entwickelung haben will.

Der Coefficient von Sin $i\mu$ in der Entwickelung der Mittelpunktsgleichung, ist

$$\frac{\sqrt{(1-ee)}}{i} \cdot \frac{1}{2\pi}\int \frac{\mathrm{Cos}\, i\mu \cdot d\varepsilon}{1 - e\, \mathrm{Cos}\, \varepsilon} = \frac{\sqrt{(1-ee)}}{i}\, J^i_{,e}$$

also, für $i = 4$ und $e = 0,35$, nach [59],

$$= \tfrac{1}{4} \Big\{ \lambda^4\, I^0_{1,4} + \lambda^3\, I^1_{1,4} + \lambda^2\, I^2_{1,4} + \lambda\, I^3_{1,4} + I^4_{1,4}$$
$$- \lambda^5\, I^1_{1,4} + \lambda^6\, I^2_{1,4} - \lambda^7\, I^3_{1,4} + \text{etc.} \ldots .$$
$$+ \lambda\, I^5_{1,4} + \lambda^2\, I^6_{1,4} + \lambda^3\, I^7_{1,4} + \text{etc.} \ldots . \Big\}$$

Man findet,

$I^0 = 0,\ 56685\ 51204$
$I^1 = 0,\ 54194\ 77139$
$I^2 = 0,\ 20735\ 58995$
$I^3 = 0,\ 05049\ 77133$
$I^4 = 0,\ 00906\ 28717$
$I^5 = 0,\ 00129\ 01251$
$I^6 = 0,\ 00015\ 23073$
$I^7 = 0,\ 00001\ 53661$
$I^8 = 0,\ 00000\ 13538$

und hiermit

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $\lambda^4\, I^0 =$ | $+\ 0,\ 00060\ 45751$ | $-\lambda^5\, I^1 =$ | $-\ 0,\ 00010\ 44552$ | $\lambda\, I^5 =$ | $+\ 0,\ 00023\ 31451$ |
| $\lambda^3\, I^1 =$ | $0,\ 00319\ 84608$ | $+\lambda^6\, I^2 =$ | $+\ 72224$ | $\lambda^2\, I^6 =$ | $+\ 49740$ |
| $\lambda^2\, I^2 =$ | $0,\ 00677\ 18213$ | $-\lambda^7\, I^3 =$ | $-\ 3179$ | $\lambda^3\, I^7 =$ | $+\ 907$ |
| $\lambda\, I^3 =$ | $0,\ 00912\ 57015$ | $+\lambda^8\, I^4 =$ | $+\ 103$ | $\lambda^4\, I^8 =$ | $+\ 14$ |
| $I^4 =$ | $0,\ 00906\ 28717$ | $-\lambda^9\, I^5 =$ | $-\ 3$ | | |
| | $+\ 0,\ 02876\ 34304$ | | $-\ 0,\ 00009\ 75407$ | | $+\ 0,\ 00023\ 82112$ |

Die Summe aller drei Theile ist $0,\ 02890\ 41009$ und daher der gesuchte Coefficient $= 0,\ 00722\ 60252 = 24'\ 50'',\ 47469$; er mufs gleichfalls verdoppelt werden, wenn die Entwickelung nur die positiven Vielfachen von $\mu$ enthalten soll.

# Tafel der Functionen $I_k^0$ und $I_k^1$.

| $k$ | $I_k^0$ | Diff. I. | Diff. II. | $I_k^1$ | Diff. I. | Diff. II. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0, 00 | 1, 00000 00000 | — 2 49998 | — 4 99979 | 0, 00000 00000 | + 499 99375 | — 3750 |
| 0, 01 | 0, 99997 50002 | — 7 49977 | — 4 99921 | 0, 00499 99375 | + 499 95625 | — 7499 |
| 0, 02 | 0, 99990 00025 | — 12 49898 | — 4 99829 | 0, 00999 95000 | + 499 88126 | — 11249 |
| 0, 03 | 0, 99977 50127 | — 17 49727 | — 4 99697 | 0, 01499 83126 | + 499 76877 | — 14997 |
| 0, 04 | 0, 99960 00400 | — 22 49424 | — 4 99527 | 0, 01999 60003 | + 499 61880 | — 18743 |
| 0, 05 | 0, 99937 50976 | — 27 48951 | — 4 99323 | 0, 02499 21883 | + 499 43137 | — 22488 |
| 0, 06 | 0, 99910 02025 | — 32 48274 | — 4 99078 | 0, 02998 65020 | + 499 20649 | — 26233 |
| 0, 07 | 0, 99877 53751 | — 37 47352 | — 4 98798 | 0, 03497 85669 | + 498 94416 | — 29972 |
| 0, 08 | 0, 99840 06399 | — 42 46150 | — 4 98478 | 0, 03996 80085 | + 498 64444 | — 33713 |
| 0, 09 | 0, 99797 60249 | — 47 44628 | — 4 98124 | 0, 04495 44529 | + 498 30731 | — 37447 |
| 0, 10 | 0, 99750 15621 | — 52 42752 | — 4 97730 | 0, 04993 75260 | + 497 93284 | — 41180 |
| 0, 11 | 0, 99697 72869 | — 57 40482 | — 4 97299 | 0, 05491 68544 | + 497 52104 | — 44910 |
| 0, 12 | 0, 99640 32387 | — 62 37781 | — 4 96833 | 0, 05989 20648 | + 497 07194 | — 48636 |
| 0, 13 | 0, 99577 94606 | — 67 34614 | — 4 96326 | 0, 06486 27842 | + 496 58558 | — 52656 |
| 0, 14 | 0, 99510 59992 | — 72 30940 | — 4 95785 | 0, 06982 86400 | + 496 06202 | — 56075 |
| 0, 15 | 0, 99438 29052 | — 77 26725 | — 4 95205 | 0, 07478 92602 | + 495 50127 | — 59786 |
| 0, 16 | 0, 99361 02327 | — 82 21930 | — 4 94590 | 0, 07974 42729 | + 494 90341 | — 63494 |
| 0, 17 | 0, 99278 80397 | — 87 16520 | — 4 93935 | 0, 08469 33070 | + 494 26847 | — 67196 |
| 0, 18 | 0, 99191 63877 | — 92 10455 | — 4 93245 | 0, 08963 59917 | + 493 59651 | — 70893 |
| 0, 19 | 0, 99099 53422 | — 97 03700 | — 4 92517 | 0, 09457 19568 | + 492 88758 | — 74583 |
| 0, 20 | 0, 99002 49722 | — 101 96217 | — 4 91755 | 0, 09950 08326 | + 492 14175 | — 78269 |
| 0, 21 | 0, 98900 53505 | — 106 87972 | — 4 90951 | 0, 10442 22501 | + 491 35906 | — 81945 |
| 0, 22 | 0, 98793 65533 | — 111 78923 | — 4 90116 | 0, 10933 58407 | + 490 53961 | — 85618 |
| 0, 23 | 0, 98681 86610 | — 116 69039 | — 4 89239 | 0, 11424 12368 | + 489 68343 | — 89281 |
| 0, 24 | 0, 98565 17571 | — 121 58278 | — 4 88329 | 0, 11913 80711 | + 488 79062 | — 92937 |
| 0, 25 | 0, 98443 59293 | — 126 46607 | — 4 87382 | 0, 12402 59773 | + 487 86125 | — 96588 |
| 0, 26 | 0, 98317 12686 | — 131 33989 | — 4 86397 | 0, 12890 45898 | + 486 89537 | — 1 00227 |
| 0, 27 | 0, 98185 78697 | — 136 20386 | — 4 85377 | 0, 13377 35435 | + 485 89310 | — 1 03859 |
| 0, 28 | 0, 98049 58311 | — 141 05763 | — 4 84320 | 0, 13863 24745 | + 484 85451 | — 1 07484 |
| 0, 29 | 0, 97908 52548 | — 145 90083 | — 4 83227 | 0, 14348 10196 | + 483 77967 | — 1 11099 |
| 0, 30 | 0, 97762 62465 | — 150 73310 | — 4 82098 | 0, 14831 88163 | + 482 66868 | — 1 14704 |
| 0, 31 | 0, 97611 89155 | — 155 55408 | — 4 80935 | 0, 15314 55031 | + 481 52164 | — 1 18300 |
| 0, 32 | 0, 97456 33747 | — 160 36343 | — 4 79731 | 0, 15796 07195 | + 480 33864 | — 1 21886 |
| 0, 33 | 0, 97295 97406 | — 165 16074 | — 4 78495 | 0, 16276 41059 | + 479 11978 | — 1 25463 |
| 0, 34 | 0, 97130 81332 | — 169 94569 | — 4 77223 | 0, 16755 53037 | + 477 86515 | — 1 29027 |
| 0, 35 | 0, 96960 86763 | — 174 71792 | — 4 75915 | 0, 17233 39552 | + 476 57488 | — 1 32584 |
| 0, 36 | 0, 96786 14971 | — 179 47707 | — 4 74571 | 0, 17709 97040 | + 475 24904 | — 1 36126 |
| 0, 37 | 0, 96606 67264 | — 184 22278 | — 4 73193 | 0, 18185 21944 | + 473 88778 | — 1 39659 |
| 0, 38 | 0, 96422 44986 | — 188 95471 | — 4 71777 | 0, 18659 10722 | + 472 49119 | — 1 43180 |
| 0, 39 | 0, 96233 49515 | — 193 67248 | — 4 70330 | 0, 19131 59841 | + 471 05939 | — 1 46690 |
| 0, 40 | 0, 96039 82267 | | | 0, 19602 65780 | | |

| $k$ | $I_k^0$ | Diff. I. | Diff. II. | $I_k^1$ | Diff. I. | Diff. II. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0, 40 | 0, 96039 82267 | — 198 37578 | — 4 68844 | 0, 19602 65780 | + 469 59249 | — 1 50184 |
| 0, 41 | 0, 95841 44689 | — 203 06422 | — 4 67326 | 0, 20072 25029 | + 468 09065 | — 1 53671 |
| 0, 42 | 0, 95638 38267 | — 207 73748 | — 4 65770 | 0, 20540 34094 | + 466 55394 | — 1 57141 |
| 0, 43 | 0, 95430 64519 | — 212 39518 | — 4 64183 | 0, 21006 89488 | + 464 98253 | — 1 60599 |
| 0, 44 | 0, 95218 25001 | — 217 03701 | — 4 62560 | 0, 21471 87741 | + 463 37654 | — 1 64045 |
| 0, 45 | 0, 95001 21300 | — 221 66261 | — 4 60900 | 0, 21935 25395 | + 461 73609 | — 1 67476 |
| 0, 46 | 0, 94779 55039 | — 226 27161 | — 4 59211 | 0, 22396 99004 | + 460 06133 | — 1 70894 |
| 0, 47 | 0, 94553 27878 | — 230 86372 | — 4 67483 | 0, 22857 05137 | + 458 35239 | — 1 74296 |
| 0, 48 | 0, 94322 41506 | — 235 43855 | — 4 55724 | 0, 23315 40376 | + 456 60943 | — 1 77685 |
| 0, 49 | 0, 94086 97651 | — 239 99579 | — 4 53930 | 0, 23772 01319 | + 454 83258 | — 1 81060 |
| 0, 50 | 0, 93846 98072 | — 244 53509 | — 4 52103 | 0, 24226 84577 | + 453 02198 | — 1 84417 |
| 0, 51 | 0, 93602 44563 | — 249 05612 | — 4 50241 | 0, 24679 86775 | + 451 17781 | — 1 87762 |
| 0, 52 | 0, 93353 38951 | — 253 55853 | — 4 48348 | 0, 25131 04556 | + 449 30019 | — 1 91090 |
| 0, 53 | 0, 93099 83098 | — 258 04201 | — 4 46420 | 0, 25580 34575 | + 447 38929 | — 1 94400 |
| 0, 54 | 0, 92841 78897 | — 262 50621 | — 4 44460 | 0, 26027 73504 | + 445 44529 | — 1 97698 |
| 0, 55 | 0, 92579 28276 | — 266 95081 | — 4 42465 | 0, 26473 18033 | + 443 46831 | — 2 00977 |
| 0, 56 | 0, 92312 33195 | — 271 37546 | — 4 40441 | 0, 26916 64864 | + 441 45854 | — 2 04239 |
| 0, 57 | 0, 92040 95649 | — 275 77987 | — 4 38381 | 0, 27358 10718 | + 439 41615 | — 2 07484 |
| 0, 58 | 0, 91765 17662 | — 280 16368 | — 4 36291 | 0, 27797 52333 | + 437 34131 | — 2 10714 |
| 0, 59 | 0, 91485 01294 | — 284 52659 | — 4 34167 | 0, 28234 86464 | + 435 23417 | — 2 13925 |
| 0, 60 | 0, 91200 48635 | — 288 86826 | — 4 32012 | 0, 28670 09881 | + 433 09492 | — 2 17117 |
| 0, 61 | 0, 90911 61809 | — 293 18838 | — 4 29825 | 0, 29103 19373 | + 430 92375 | — 2 20293 |
| 0, 62 | 0, 90618 42971 | — 297 48663 | — 4 27606 | 0, 29534 11748 | + 428 72082 | — 2 23449 |
| 0, 63 | 0, 90320 94308 | — 301 76269 | — 4 25356 | 0, 29962 83830 | + 426 48633 | — 2 26587 |
| 0, 64 | 0, 90019 18039 | — 306 01625 | — 4 23074 | 0, 30389 32463 | + 424 22046 | — 2 29708 |
| 0, 65 | 0, 89713 16414 | — 310 24699 | — 4 20762 | 0, 30813 54509 | + 421 92338 | — 2 32807 |
| 0, 66 | 0, 89402 91715 | — 314 45461 | — 4 18419 | 0, 31235 46847 | + 419 59531 | — 2 35888 |
| 0, 67 | 0, 89088 46254 | — 318 63880 | — 4 16044 | 0, 31655 06378 | + 417 23643 | — 2 38950 |
| 0, 68 | 0, 88769 82374 | — 322 79924 | — 4 13640 | 0, 32072 30021 | + 414 84693 | — 2 41992 |
| 0, 69 | 0, 88447 02450 | — 326 93564 | — 4 11204 | 0, 32487 14714 | + 412 42701 | — 2 45012 |
| 0, 70 | 0, 88120 08886 | — 331 04768 | — 4 08739 | 0, 32899 57415 | + 409 97689 | — 2 48013 |
| 0, 71 | 0, 87789 04118 | — 335 13507 | — 4 06245 | 0, 33309 55104 | + 407 49676 | — 2 50996 |
| 0, 72 | 0, 87453 90611 | — 339 19752 | — 4 03719 | 0, 33717 04780 | + 404 98680 | — 2 53953 |
| 0, 73 | 0, 87114 70859 | — 343 23471 | — 4 01165 | 0, 34122 03460 | + 402 44727 | — 2 56892 |
| 0, 74 | 0, 86771 47388 | — 347 24636 | — 3 98582 | 0, 34524 48187 | + 399 87835 | — 2 59811 |
| 0, 75 | 0, 86424 22752 | — 351 23218 | — 3 95970 | 0, 34924 36022 | + 397 28024 | — 2 62705 |
| 0, 76 | 0, 86072 99534 | — 355 19188 | — 3 93327 | 0, 35321 64046 | + 394 65319 | — 2 65579 |
| 0, 77 | 0, 85717 80346 | — 359 12515 | — 3 90657 | 0, 35716 29365 | + 391 99740 | — 2 68432 |
| 0, 78 | 0, 85358 67831 | — 363 03172 | — 3 87959 | 0, 36108 29105 | + 389 31308 | — 2 71260 |
| 0, 79 | 0, 84995 64659 | — 366 91131 | — 3 85234 | 0, 36497 60413 | + 386 60048 | — 2 74069 |
| 0, 80 | 0, 84628 73528 | — 370 76365 | — 3 81477 | 0, 36884 20461 | + 383 85979 | — 2 76851 |
| 0, 81 | 0, 84257 97163 | — 374 58842 | — 3 79695 | 0, 37268 06440 | + 381 09128 | — 2 79615 |
| 0, 82 | 0, 83883 38321 | — 378 38537 | — 3 76886 | 0, 37649 15568 | + 378 29513 | — 2 82351 |
| 0, 83 | 0, 83504 99784 | — 382 15423 | — 3 74048 | 0, 38027 45081 | + 375 47162 | — 2 85067 |
| 0, 84 | 0, 83122 84361 | — 385 89471 | — 3 71185 | 0, 38402 92243 | + 372 62095 | — 2 87758 |
| 0, 85 | 0, 82736 94890 | — 389 60656 | — 3 68294 | 0, 38775 54338 | + 369 74337 | — 2 90425 |
| 0, 86 | 0, 82347 34234 | — 393 28950 | — 3 65375 | 0, 39145 28675 | + 366 83912 | — 2 93069 |
| 0, 87 | 0, 81954 05284 | — 396 94325 | — 3 62433 | 0, 39512 12587 | + 363 90843 | — 2 95687 |
| 0, 88 | 0, 81557 10959 | — 400 56758 | — 3 59462 | 0, 39876 03430 | + 360 95156 | — 2 98281 |
| 0, 89 | 0, 81156 54201 | — 404 16220 | — 3 56466 | 0, 40236 98586 | + 357 96875 | — 3 00854 |
| 0, 90 | 0, 80752 37981 | | | 0, 40594 95461 | | |

| $k$ | $I_k^0$ | Diff. I. | Diff. II. | $I_k^1$ | Diff. I. | Diff. II. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0, 90 | 0, 80752 37981 | − 407 72686 | − 3 53446 | 0, 40594 95461 | + 354 96021 | − 3 03394 |
| 0, 91 | 0, 80344 65295 | − 411 26132 | − 3 50399 | 0, 40949 91483 | + 351 92627 | − 3 05917 |
| 0, 92 | 0, 79933 39163 | − 414 76531 | − 3 47326 | 0, 41301 84110 | + 348 86710 | − 3 08410 |
| 0, 93 | 0, 79518 62632 | − 418 23857 | − 3 44232 | 0, 41650 70820 | + 345 78300 | − 3 10880 |
| 0, 94 | 0, 79100 38775 | − 421 68089 | − 3 41109 | 0, 41996 49120 | + 342 67420 | − 3 13322 |
| 0, 95 | 0, 78678 70686 | − 425 09198 | − 3 37964 | 0, 42339 16540 | + 339 54098 | − 3 15739 |
| 0, 96 | 0, 78253 61488 | − 428 47162 | − 3 34795 | 0, 42678 70638 | + 336 38359 | − 3 18131 |
| 0, 97 | 0, 77825 14326 | − 431 81957 | − 3 31602 | 0, 43015 08997 | + 333 20228 | − 3 20495 |
| 0, 98 | 0, 77393 32369 | − 435 13559 | − 3 28385 | 0, 43348 29225 | + 329 99733 | − 3 22834 |
| 0, 99 | 0, 76958 18810 | − 438 41944 | − 3 25146 | 0, 43678 28958 | + 326 76899 | − 3 25144 |
| 1, 00 | 0, 76519 76866 | − 441 67090 | − 3 21881 | 0, 44005 05857 | + 323 51755 | − 3 27430 |
| 1, 01 | 0, 76078 09776 | − 444 88971 | − 3 18598 | 0, 44328 57612 | + 320 24325 | − 3 29687 |
| 1, 02 | 0, 75633 20805 | − 448 07569 | − 3 15288 | 0, 44648 81937 | + 316 94638 | − 3 31916 |
| 1, 03 | 0, 75185 13236 | − 451 22857 | − 3 11958 | 0, 44965 76575 | + 313 62722 | − 3 34121 |
| 1, 04 | 0, 74733 90379 | − 454 34815 | − 3 08606 | 0, 45279 39297 | + 310 28601 | − 3 36295 |
| 1, 05 | 0, 74279 55564 | − 457 43421 | − 3 05236 | 0, 45589 67898 | + 406 92306 | − 3 38443 |
| 1, 06 | 0, 73822 12143 | − 460 48657 | − 3 01835 | 0, 45896 60204 | + 303 53863 | − 3 40561 |
| 1, 07 | 0, 73361 63488 | − 463 50492 | − 2 98421 | 0, 46200 14067 | + 300 13302 | − 3 42654 |
| 1, 08 | 0, 72898 12996 | − 466 48913 | − 2 94985 | 0, 46500 27369 | + 296 70648 | − 3 44716 |
| 1, 09 | 0, 72431 64083 | − 469 43898 | − 2 91526 | 0, 46796 98017 | + 293 25932 | − 3 46751 |
| 1, 10 | 0, 71962 20185 | − 472 35424 | − 2 88052 | 0, 47090 23949 | + 289 79181 | − 3 48757 |
| 1, 11 | 0, 71489 84761 | − 475 23476 | − 2 84551 | 0, 47380 03130 | + 286 30424 | − 3 50733 |
| 1, 12 | 0, 71014 61285 | − 478 08027 | − 2 81034 | 0, 47666 33554 | + 282 79691 | − 3 52682 |
| 1, 13 | 0, 70536 53258 | − 480 89061 | − 2 77501 | 0, 47949 13245 | + 279 27009 | − 3 54601 |
| 1, 14 | 0, 70055 64197 | − 483 66562 | − 2 73942 | 0, 48228 40254 | + 275 72408 | − 3 56491 |
| 1, 15 | 0, 69571 97635 | − 486 40504 | − 2 70369 | 0, 48504 12662 | + 272 15917 | − 3 58352 |
| 1, 16 | 0, 69085 57131 | − 489 10873 | − 2 66776 | 0, 48776 28579 | + 268 57565 | − 3 60181 |
| 1, 17 | 0, 68596 46258 | − 491 77649 | − 2 63166 | 0, 49044 86144 | + 264 97384 | − 3 61983 |
| 1, 18 | 0, 68104 68609 | − 494 40815 | − 2 59536 | 0, 49309 83528 | + 261 35401 | − 3 63754 |
| 1, 19 | 0, 67610 27794 | − 497 00351 | − 2 55891 | 0, 49571 18929 | + 257 71647 | − 3 65497 |
| 1, 20 | 0, 67113 27443 | − 499 56242 | − 2 52227 | 0, 49828 90576 | + 254 06150 | − 3 67206 |
| 1, 21 | 0, 66613 71201 | − 502 08469 | − 2 48546 | 0, 50082 96726 | + 250 38944 | − 3 68888 |
| 1, 22 | 0, 66111 62732 | − 504 57015 | − 2 44849 | 0, 50333 35670 | + 246 70056 | − 3 70538 |
| 1, 23 | 0, 65607 05717 | − 507 01864 | − 2 41136 | 0, 50580 05726 | + 242 99517 | − 3 72159 |
| 1, 24 | 0, 65100 03853 | − 509 43000 | − 2 37406 | 0, 50823 05244 | + 239 27359 | − 3 73747 |
| 1, 25 | 0, 64590 60853 | − 511 80406 | − 2 33662 | 0, 51062 32603 | + 235 53612 | − 3 75307 |
| 1, 26 | 0, 64078 80447 | − 514 14068 | − 2 29899 | 0, 51297 86215 | + 231 78305 | − 3 76834 |
| 1, 27 | 0, 63564 66379 | − 516 43967 | − 2 26124 | 0, 51529 64520 | + 228 01471 | − 3 78331 |
| 1, 28 | 0, 63048 22412 | − 518 70091 | − 2 22334 | 0, 51757 65991 | + 224 23140 | − 3 79797 |
| 1, 29 | 0, 62529 52321 | − 520 92425 | − 2 18529 | 0, 51981 89131 | + 220 43343 | − 3 81230 |
| 1, 30 | 0, 62008 59896 | − 523 10954 | − 2 14709 | 0, 52202 32474 | + 216 62113 | − 3 82635 |
| 1, 31 | 0, 61485 48942 | − 525 25663 | − 2 10875 | 0, 52418 94587 | + 212 79478 | − 3 84004 |
| 1, 32 | 0, 60960 23279 | − 527 36538 | − 2 07030 | 0, 52631 74065 | + 208 95474 | − 3 85346 |
| 1, 33 | 0, 60432 86741 | − 529 43568 | − 2 03169 | 0, 52840 69539 | + 205 10128 | − 3 86654 |
| 1, 34 | 0, 59903 43173 | − 531 46737 | − 1 99296 | 0, 53045 79667 | + 201 23474 | − 3 87931 |
| 1, 35 | 0, 59371 96436 | − 533 46033 | − 1 95410 | 0, 53247 03141 | + 197 35543 | − 3 89174 |
| 1, 36 | 0, 58838 50403 | − 535 41443 | − 1 91513 | 0, 53444 38684 | + 193 46369 | − 3 90389 |
| 1, 37 | 0, 58303 08960 | − 537 32956 | − 1 87603 | 0, 53637 85053 | + 189 55980 | − 3 91568 |
| 1, 38 | 0, 57765 76004 | − 539 20559 | − 1 83682 | 0, 53827 41033 | + 185 64412 | − 3 92718 |
| 1, 39 | 0, 57226 55445 | − 541 04241 | − 1 79749 | 0, 54013 05445 | + 181 71694 | − 3 93833 |
| 1, 40 | 0, 56685 51204 | | | 0, 54194 77139 | | |

| $k$ | $I_k^0$ | Diff. I. | Diff. II. | $I_k^1$ | Diff. I. | Diff. II. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1, 40 | 0, 56685 51204 | − 542 83990 | − 1 75804 | 0, 54194 77139 | + 177 77861 | − 3 94918 |
| 1, 41 | 0, 56142 67214 | − 544 59794 | − 1 71851 | 0, 54372 55000 | + 173 82943 | − 3 95969 |
| 1, 42 | 0, 55598 07420 | − 546 31645 | − 1 67885 | 0, 54546 37943 | + 169 86974 | − 3 96989 |
| 1, 43 | 0, 55051 75775 | − 547 99530 | − 1 63911 | 0, 54716 24917 | + 165 89985 | − 3 97976 |
| 1, 44 | 0, 54503 76245 | − 549 63441 | − 1 59926 | 0, 54882 14902 | + 161 92009 | − 3 98929 |
| 1, 45 | 0, 53954 12804 | − 551 23367 | − 1 55933 | 0, 55044 06911 | + 157 93080 | − 3 99851 |
| 1, 46 | 0, 53402 89437 | − 552 79300 | − 1 51929 | 0, 55201 99991 | + 153 93229 | − 4 00740 |
| 1, 47 | 0, 52850 10137 | − 554 31229 | − 1 47917 | 0, 55355 93220 | + 149 92489 | − 4 01595 |
| 1, 48 | 0, 52295 78908 | − 555 79146 | − 1 43899 | 0, 55505 85709 | + 145 90894 | − 4 02418 |
| 1, 49 | 0, 51739 99762 | − 557 23045 | − 1 39868 | 0, 55651 76603 | + 141 88476 | − 4 03209 |
| 1, 50 | 0, 51182 76717 | − 558 62913 | − 1 35834 | 0, 55793 65079 | + 137 85267 | − 4 03966 |
| 1, 51 | 0, 50624 13804 | − 559 98747 | − 1 31790 | 0, 55931 50346 | + 133 81301 | − 4 04690 |
| 1, 52 | 0, 50064 15057 | − 561 30537 | − 1 27740 | 0, 56065 31647 | + 129 76611 | − 4 05381 |
| 1, 53 | 0, 49502 84520 | − 562 58277 | − 1 23682 | 0, 56195 08258 | + 125 71230 | − 4 06039 |
| 1, 54 | 0, 48940 26243 | − 563 81959 | − 1 19620 | 0, 56320 79488 | + 121 65191 | − 4 06662 |
| 1, 55 | 0, 48376 44284 | − 565 01579 | − 1 15549 | 0, 56442 44679 | + 117 58529 | − 4 07257 |
| 1, 56 | 0, 47811 42705 | − 566 17128 | − 1 11474 | 0, 56560 03208 | + 113 51272 | − 4 07812 |
| 1, 57 | 0, 47245 25577 | − 567 28602 | − 1 07394 | 0, 56673 54480 | + 109 43460 | − 4 08339 |
| 1, 58 | 0, 46677 96975 | − 568 35996 | − 1 03307 | 0, 56782 97940 | + 105 35121 | − 4 08829 |
| 1, 59 | 0, 46109 60979 | − 569 39303 | − 99216 | 0, 56888 33061 | + 101 26292 | − 4 09289 |
| 1, 60 | 0, 45540 21676 | − 570 38519 | − 95123 | 0, 56989 59353 | + 97 17003 | − 4 09714 |
| 1, 61 | 0, 44969 83157 | − 571 33642 | − 91022 | 0, 57086 76356 | + 93 07289 | − 4 10104 |
| 1, 62 | 0, 44398 49515 | − 572 24664 | − 86920 | 0, 57179 83645 | + 88 97185 | − 4 10463 |
| 1, 63 | 0, 43826 24851 | − 573 11584 | − 82814 | 0, 57268 80830 | + 84 86722 | − 4 10788 |
| 1, 64 | 0, 43253 13267 | − 573 94398 | − 78704 | 0, 57353 67552 | + 80 75934 | − 4 11079 |
| 1, 65 | 0, 42679 18869 | − 574 73102 | − 74592 | 0, 57434 43486 | + 76 64855 | − 4 11337 |
| 1, 66 | 0, 42104 45767 | − 575 47694 | − 70477 | 0, 57511 08341 | + 72 53518 | − 4 11561 |
| 1, 67 | 0, 41528 98073 | − 576 18171 | − 66361 | 0, 57583 61859 | + 68 41957 | − 4 11753 |
| 1, 68 | 0, 40952 79902 | − 576 84532 | − 62244 | 0, 57652 03816 | + 64 30204 | − 4 11909 |
| 1, 69 | 0, 40375 95307 | − 577 46776 | − 58121 | 0, 57716 34020 | + 60 18295 | − 4 12034 |
| 1, 70 | 0, 39798 48594 | − 578 04897 | − 54003 | 0, 57776 52315 | + 56 06261 | − 4 12124 |
| 1, 71 | 0, 39220 43697 | − 578 58900 | − 49881 | 0, 57832 58576 | + 51 94137 | − 4 12181 |
| 1, 72 | 0, 38641 84797 | − 579 08781 | − 45758 | 0, 57884 52713 | + 47 81956 | − 4 12205 |
| 1, 73 | 0, 38062 76016 | − 579 54539 | − 41636 | 0, 57932 34669 | + 43 69751 | − 4 12195 |
| 1, 74 | 0, 37483 21477 | − 579 96175 | − 37515 | 0, 57976 04420 | + 39 57556 | − 4 12151 |
| 1, 75 | 0, 36903 25302 | − 580 33690 | − 33394 | 0, 58015 61976 | + 35 45405 | − 4 12076 |
| 1, 76 | 0, 36322 91612 | − 580 67084 | − 29273 | 0, 58051 07381 | + 31 33329 | − 4 11964 |
| 1, 77 | 0, 35742 24528 | − 580 96357 | − 25155 | 0, 58082 40710 | + 27 21365 | − 4 11822 |
| 1, 78 | 0, 35161 28171 | − 581 21512 | − 21037 | 0, 58109 62075 | + 23 09543 | − 4 11644 |
| 1, 79 | 0, 34580 06659 | − 581 42549 | − 16921 | 0, 58132 71618 | + 18 97899 | − 4 11434 |
| 1, 80 | 0, 33998 64110 | − 581 59470 | − 12809 | 0, 58151 69517 | + 14 86465 | − 4 11192 |
| 1, 81 | 0, 33417 04640 | − 581 72279 | − 8697 | 0, 58166 55982 | + 10 75273 | − 4 10914 |
| 1, 82 | 0, 32835 32361 | − 581 80976 | − 4591 | 0, 58177 31255 | + 6 64359 | − 4 10605 |
| 1, 83 | 0, 32253 51385 | − 581 85567 | − 486 | 0, 58183 95614 | + 2 53754 | − 4 10261 |
| 1, 84 | 0, 31671 65818 | − 581 86053 | + 3615 | 0, 58186 49368 | − 1 56507 | − 4 09885 |
| 1, 85 | 0, 31089 79765 | − 581 82438 | + 7711 | 0, 58184 92861 | − 5 66392 | − 4 09476 |
| 1, 86 | 0, 30507 97327 | − 581 74727 | + 11805 | 0, 58179 26469 | − 9 75868 | − 4 09035 |
| 1, 87 | 0, 29926 22600 | − 581 62922 | + 15892 | 0, 58169 50601 | − 13 84903 | − 4 08557 |
| 1, 88 | 0, 29344 59678 | − 581 47030 | + 19976 | 0, 58155 65698 | − 17 93460 | − 4 08051 |
| 1, 89 | 0, 28763 12648 | − 581 27054 | + 24052 | 0, 58137 72238 | − 22 01511 | − 4 07509 |
| 1, 90 | 0, 28181 85594 | | | 0, 58115 70727 | | |

| $k$ | $I^0_k$ | Diff. I. | Diff. II. | $I^1_k$ | Diff. I. | Diff. II. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,90 | 0, 28181 85594 | − 581 03002 | + 28126 | 0, 58115 70727 | − 26 09020 | − 4 06936 |
| 1,91 | 0, 27600 82592 | − 580 74876 | + 32192 | 0, 58089 61707 | − 30 15956 | − 4 06332 |
| 1,92 | 0, 27020 07716 | − 580 42684 | + 36251 | 0, 58059 45751 | − 34 22284 | − 4 05689 |
| 1,93 | 0, 26439 65032 | − 580 06433 | + 40306 | 0, 58025 23467 | − 38 27973 | − 4 05018 |
| 1,94 | 0, 25859 58599 | − 579 66127 | + 44352 | 0, 57986 95494 | − 42 32991 | − 4 04313 |
| 1,95 | 0, 25279 92472 | − 579 21775 | + 48391 | 0, 57944 62503 | − 46 37304 | − 4 03576 |
| 1,96 | 0, 24700 70697 | − 578 73384 | + 52424 | 0, 57898 25199 | − 50 40880 | − 4 02807 |
| 1,97 | 0, 24121 97313 | − 578 20960 | + 56447 | 0, 57847 84319 | − 54 43687 | − 4 02005 |
| 1,98 | 0, 23543 76353 | − 577 64513 | + 60464 | 0, 57793 40632 | − 58 45692 | − 4 01170 |
| 1,99 | 0, 22966 11840 | − 577 04049 | + 64471 | 0, 57734 94940 | − 62 46862 | − 4 00306 |
| 2,00 | 0, 22389 07791 | − 576 39578 | + 68470 | 0, 57672 48078 | − 66 47168 | − 3 99407 |
| 2,01 | 0, 21812 68213 | − 575 71108 | + 72458 | 0, 57606 00910 | − 70 46575 | − 3 98476 |
| 2,02 | 0, 21236 97105 | − 574 98650 | + 76439 | 0, 57535 54335 | − 74 45052 | − 3 97515 |
| 2,03 | 0, 20661 98455 | − 574 22211 | + 80409 | 0, 57461 09283 | − 78 42567 | − 3 96522 |
| 2,04 | 0, 20087 76244 | − 573 41802 | + 84370 | 0, 57382 66716 | − 82 39089 | − 3 95495 |
| 2,05 | 0, 19514 34442 | − 572 57432 | + 88318 | 0, 57300 27627 | − 86 34584 | − 3 94439 |
| 2,06 | 0, 18941 77010 | − 571 69114 | + 92259 | 0, 57213 93043 | − 90 29023 | − 3 93351 |
| 2,07 | 0, 18370 07896 | − 570 76855 | + 96185 | 0, 57123 64020 | − 94 22374 | − 3 92230 |
| 2,08 | 0, 17799 31041 | − 569 80670 | + 1 00102 | 0, 57029 41646 | − 98 14604 | − 3 91080 |
| 2,09 | 0, 17229 50371 | − 568 80568 | + 1 04008 | 0, 56931 27042 | − 102 05684 | − 3 89898 |
| 2,10 | 0, 16660 69803 | − 567 76560 | + 1 07900 | 0, 56829 21358 | − 105 95582 | − 3 88683 |
| 2,11 | 0, 16092 93243 | − 566 68660 | + 1 11781 | 0, 56723 25776 | − 109 84265 | − 3 87440 |
| 2,12 | 0, 15526 24583 | − 565 56879 | + 1 15650 | 0, 56613 41511 | − 113 71705 | − 3 86166 |
| 2,13 | 0, 14960 67704 | − 564 41229 | + 1 19503 | 0, 56499 69806 | − 117 57871 | − 3 84858 |
| 2,14 | 0, 14396 26475 | − 563 21726 | + 1 23346 | 0, 56382 11935 | − 121 42729 | − 3 83524 |
| 2,15 | 0, 13833 04749 | − 561 98380 | + 1 27174 | 0, 56260 69206 | − 125 26253 | − 3 82156 |
| 2,16 | 0, 13271 06369 | − 560 71206 | + 1 30990 | 0, 56135 42953 | − 129 08409 | − 3 80759 |
| 2,17 | 0, 12710 35163 | − 559 40216 | + 1 34789 | 0, 56006 34544 | − 132 89168 | − 3 79333 |
| 2,18 | 0, 12150 94947 | − 558 05427 | + 1 38576 | 0, 55873 45376 | − 136 68501 | − 3 77876 |
| 2,19 | 0, 11592 89520 | − 556 66851 | + 1 42347 | 0, 55736 76875 | − 140 46377 | − 3 76388 |
| 2,20 | 0, 11036 22669 | − 555 24504 | + 1 46183 | 0, 55596 30498 | − 144 22765 | − 3 74871 |
| 2,21 | 0, 10480 98165 | − 553 78401 | + 1 49845 | 0, 55452 07733 | − 147 97636 | − 3 73327 |
| 2,22 | 0, 09927 19764 | − 552 28556 | + 1 53569 | 0, 55304 10097 | − 151 70963 | − 3 71748 |
| 2,23 | 0, 09374 91208 | − 550 74987 | + 1 57279 | 0, 55152 39134 | − 155 42711 | − 3 70146 |
| 2,24 | 0, 08824 16221 | − 549 17708 | + 1 60973 | 0, 54996 96423 | − 159 12857 | − 3 68509 |
| 2,25 | 0, 08274 98513 | − 547 56735 | + 1 64649 | 0, 54837 83566 | − 162 81366 | − 3 66848 |
| 2,26 | 0, 07727 41778 | − 545 92086 | + 1 68309 | 0, 54675 02200 | − 166 48214 | − 3 65155 |
| 2,27 | 0, 07181 49692 | − 544 23777 | + 1 71953 | 0, 54508 53986 | − 170 13369 | − 3 63434 |
| 2,28 | 0, 06637 25915 | − 542 51824 | + 1 75577 | 0, 54338 40617 | − 173 76803 | − 3 61685 |
| 2,29 | 0, 06094 74091 | − 540 76247 | + 1 79187 | 0, 54164 63814 | − 177 38488 | − 3 59907 |
| 2,30 | 0, 05553 97844 | − 538 97060 | + 1 82776 | 0, 53987 25326 | − 180 98395 | − 3 58102 |
| 2,31 | 0, 05015 00784 | − 537 14284 | + 1 86347 | 0, 53806 26931 | − 184 56497 | − 3 56268 |
| 2,32 | 0, 04477 86500 | − 535 27937 | + 1 89901 | 0, 53621 70434 | − 188 12765 | − 3 54405 |
| 2,33 | 0, 03942 58563 | − 533 38036 | + 1 93437 | 0, 53433 57669 | − 191 67170 | − 3 52516 |
| 2,34 | 0, 03409 20527 | − 531 44599 | + 1 96951 | 0, 53241 90499 | − 195 19686 | − 3 50601 |
| 2,35 | 0, 02877 75928 | − 529 47648 | + 2 00448 | 0, 53046 70813 | − 198 70287 | − 3 48654 |
| 2,36 | 0, 02348 28280 | − 527 47200 | + 2 03924 | 0, 52848 00526 | − 202 18941 | − 3 46684 |
| 2,37 | 0, 01820 81080 | − 525 43276 | + 2 07381 | 0, 52645 81585 | − 205 65625 | − 3 44684 |
| 2,38 | 0, 01295 37804 | − 523 35895 | + 2 10819 | 0, 52440 15960 | − 209 10309 | − 3 42661 |
| 2,39 | 0, 00772 01909 | − 521 25076 | + 2 14234 | 0, 52231 05651 | − 212 52968 | − 3 40611 |
| 2,40 | 0, 00250 76833 | | | 0, 52018 52682 | | |

| $k$ | $I^0_k$ | Diff. I. | Diff. II. | $I^1_k$ | Diff. I. | Diff. II. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2, 40 | + 0, 00250 76833 | − 519 10842 | + 2 17630 | 0, 52018 52682 | − 215 93579 | − 3 38529 |
| 2, 41 | − 0, 00268 34009 | − 516 93212 | + 2 21006 | 0, 51802 59103 | − 219 32108 | − 3 36424 |
| 2, 42 | − 0, 00785 27221 | − 514 72206 | + 2 24357 | 0, 51583 26995 | − 222 68532 | − 3 34295 |
| 2, 43 | − 0, 01299 99427 | − 512 57849 | + 2 27692 | 0, 51360 58463 | − 226 02827 | − 3 32138 |
| 2, 44 | − 0, 01812 47276 | − 510 20157 | + 2 31001 | 0, 51134 55636 | − 229 34965 | − 3 29957 |
| 2, 45 | − 0, 02322 67433 | − 507 89156 | + 2 34289 | 0, 50905 20671 | − 232 64922 | − 3 27749 |
| 2, 46 | − 0, 02830 56589 | − 505 54867 | + 2 37557 | 0, 50672 55749 | − 235 92671 | − 3 25516 |
| 2, 47 | − 0, 03336 11456 | − 503 17310 | + 2 40800 | 0, 50436 63078 | − 239 18187 | − 3 23258 |
| 2, 48 | − 0, 03839 28766 | − 500 76510 | + 2 44021 | 0, 50197 44891 | − 242 41445 | − 3 20976 |
| 2, 49 | − 0, 04340 05276 | − 498 32498 | + 2 47220 | 0, 49955 03446 | − 245 62421 | − 3 18669 |
| 2, 50 | − 0, 04838 37765 | − 495 85269 | + 2 50394 | 0, 49709 41025 | − 248 81090 | − 3 16336 |
| 2, 51 | − 0, 05334 23034 | − 493 34875 | + 2 53546 | 0, 49460 59935 | − 251 97426 | − 3 13981 |
| 2, 52 | − 0, 05827 57909 | − 490 81329 | + 2 56675 | 0, 49208 62509 | − 255 11407 | − 3 11601 |
| 2, 53 | − 0, 06318 39238 | − 488 24654 | + 2 59777 | 0, 48953 51102 | − 258 23008 | − 3 09198 |
| 2, 54 | − 0, 06806 63892 | − 485 64877 | + 2 62858 | 0, 48695 28094 | − 261 32206 | − 3 06769 |
| 2, 55 | − 0, 07292 28769 | − 483 02019 | + 2 65914 | 0, 48433 95888 | − 264 38975 | − 3 04321 |
| 2, 56 | − 0, 07775 30788 | − 480 36105 | + 2 68944 | 0, 48169 56913 | − 267 43296 | − 3 01845 |
| 2, 57 | − 0, 08255 66893 | − 477 67161 | + 2 71951 | 0, 47902 13617 | − 270 45141 | − 2 99349 |
| 2, 58 | − 0, 08733 34054 | − 474 95210 | + 2 74930 | 0, 47631 68476 | − 273 44490 | − 2 96831 |
| 2, 59 | − 0, 09208 29264 | − 472 20280 | + 2 77887 | 0, 47358 23986 | − 276 41321 | − 2 94288 |
| 2, 60 | − 0, 09680 49544 | − 469 42393 | + 2 80817 | 0, 47081 82665 | − 279 35609 | − 2 91724 |
| 2, 61 | − 0, 10149 91937 | − 466 61576 | + 2 83722 | 0, 46802 47056 | − 282 27333 | − 2 89140 |
| 2, 62 | − 0, 10616 53513 | − 463 77854 | + 2 86598 | 0, 46520 19723 | − 285 16473 | − 2 86529 |
| 2, 63 | − 0, 11080 31367 | − 460 91256 | + 2 89453 | 0, 46235 03250 | − 288 03002 | − 2 83903 |
| 2, 64 | − 0, 11541 22623 | − 458 01803 | + 2 92277 | 0, 45947 00248 | − 290 86905 | − 2 81251 |
| 2, 65 | − 0, 11999 24426 | − 455 09526 | + 2 95077 | 0, 45656 13343 | − 293 68156 | − 2 78580 |
| 2, 66 | − 0, 12454 33952 | − 452 14449 | + 2 97849 | 0, 45362 45187 | − 296 46736 | − 2 75887 |
| 2, 67 | − 0, 12906 48401 | − 449 16600 | + 3 00594 | 0, 45065 98451 | − 299 22623 | − 2 73175 |
| 2, 68 | − 0, 13355 65001 | − 446 16006 | + 3 03313 | 0, 44766 75828 | − 301 95798 | − 2 70441 |
| 2, 69 | − 0, 13801 81007 | − 443 12693 | + 3 06002 | 0, 44464 80030 | − 304 66239 | − 2 67688 |
| 2, 70 | − 0, 14244 93700 | − 440 06691 | + 3 08667 | 0, 44160 13791 | − 307 33927 | − 2 64915 |
| 2, 71 | − 0, 14685 00391 | − 436 98024 | + 3 11302 | 0, 43852 79864 | − 309 98842 | − 2 62122 |
| 2, 72 | − 0, 15121 98415 | − 433 86722 | + 3 13907 | 0, 43542 81022 | − 312 60964 | − 2 59311 |
| 2, 73 | − 0, 15555 85137 | − 430 72815 | + 3 16489 | 0, 43230 20058 | − 315 20275 | − 2 56478 |
| 2, 74 | − 0, 15986 57952 | − 427 56326 | + 3 19037 | 0, 42914 99783 | − 317 76753 | − 2 53630 |
| 2, 75 | − 0, 16414 14278 | − 424 37289 | + 3 21561 | 0, 42597 23030 | − 320 30383 | − 2 50761 |
| 2, 76 | − 0, 16838 51567 | − 421 15728 | + 3 24053 | 0, 42276 92647 | − 322 81144 | − 2 47873 |
| 2, 77 | − 0, 17259 67295 | − 417 91675 | + 3 26517 | 0, 41954 11503 | − 325 29017 | − 2 44968 |
| 2, 78 | − 0, 17677 58970 | − 414 65158 | + 3 28952 | 0, 41628 82486 | − 327 73985 | − 2 42047 |
| 2, 79 | − 0, 18092 24128 | − 411 36206 | + 3 31359 | 0, 41301 08501 | − 330 16032 | − 2 39106 |
| 2, 80 | − 0, 18503 60334 | − 408 04847 | + 3 33735 | 0, 40970 92469 | − 332 55138 | − 2 36149 |
| 2, 81 | − 0, 18911 65181 | − 404 71112 | + 3 36081 | 0, 40638 37331 | − 334 91287 | − 2 33172 |
| 2, 82 | − 0, 19316 36293 | − 401 35031 | + 3 38398 | 0, 40303 46044 | − 337 24459 | − 2 30184 |
| 2, 83 | − 0, 19717 71324 | − 397 96633 | + 3 40684 | 0, 39966 21585 | − 339 54643 | − 2 27173 |
| 2, 84 | − 0, 20115 67957 | − 394 55949 | + 3 42942 | 0, 39626 66942 | − 341 81816 | − 2 24152 |
| 2, 85 | − 0, 20510 23906 | − 391 13007 | + 3 45168 | 0, 39284 85126 | − 344 05968 | − 2 21110 |
| 2, 86 | − 0, 20901 36913 | − 387 67839 | + 3 47363 | 0. 38940 79158 | − 346 27078 | − 2 18054 |
| 2, 87 | − 0, 21289 04752 | − 384 20476 | + 3 49530 | 0, 38594 52080 | − 348 45132 | − 2 14984 |
| 2, 88 | − 0, 21673 25228 | − 380 70946 | + 3 51662 | 0, 38246 06948 | − 350 60116 | − 2 11898 |
| 2, 89 | − 0, 22053 96174 | − 377 19284 | + 3 53767 | 0, 37895 46832 | − 352 72014 | − 2 08796 |
| 2, 90 | − 0, 22431 15458 | | | 0, 37542 74818 | | |

| $k$ | $I^0_k$ | Diff. I. | Diff. II. | $I^1_k$ | Diff. I. | Diff. II. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2, 90 | − 0, 22431 15458 | − 373 65517 | + 3 55840 | 0, 37542 74818 | − 354 80810 | − 2 05680 |
| 2, 91 | − 0, 22804 80975 | − 370 09677 | + 3 57879 | 0, 37187 94008 | − 356 86490 | − 2 02551 |
| 2, 92 | − 0, 23174 90652 | − 366 51798 | + 3 59891 | 0, 36831 07518 | − 358 89041 | − 1 99406 |
| 2, 93 | − 0, 23541 42450 | − 362 91907 | + 3 61868 | 0, 36472 18477 | − 360 88447 | − 1 96249 |
| 2, 94 | − 0, 23904 34357 | − 359 30039 | + 3 63815 | 0, 36111 30030 | − 362 84696 | − 1 93076 |
| 2, 95 | − 0, 24263 64396 | − 355 66224 | + 3 65730 | 0, 35748 45334 | − 364 77772 | − 1 89893 |
| 2, 96 | − 0, 24619 30620 | − 352 00494 | + 3 67612 | 0, 35383 67562 | − 366 67665 | − 1 86695 |
| 2, 97 | − 0, 24971 31114 | − 348 32882 | + 3 69464 | 0, 35016 99897 | − 368 54360 | − 1 83485 |
| 2, 98 | − 0, 25319 63996 | − 344 63418 | + 3 71283 | 0, 34648 45537 | − 370 37845 | − 1 80262 |
| 2, 99 | − 0, 25664 27414 | − 340 92135 | + 3 73069 | 0, 34278 07692 | − 372 18107 | − 1 77027 |
| 3, 00 | − 0, 26005 19549 | − 337 19066 | + 3 74822 | 0, 33905 89585 | − 373 95134 | − 1 73782 |
| 3, 01 | − 0, 26342 38615 | − 333 44244 | + 3 76545 | 0, 33531 94451 | − 375 68916 | − 1 70522 |
| 3, 02 | − 0, 26675 82859 | − 329 67699 | + 3 78234 | 0, 33156 25535 | − 377 39438 | − 1 67255 |
| 3, 03 | − 0, 27005 50558 | − 325 89465 | + 3 79889 | 0, 32778 86097 | − 379 06693 | − 1 63974 |
| 3, 04 | − 0, 27331 40023 | − 322 09576 | + 3 81513 | 0, 32399 79404 | − 380 70667 | − 1 60682 |
| 3, 05 | − 0, 27653 49599 | − 318 28063 | + 3 83103 | 0, 32019 08737 | − 382 31349 | − 1 57383 |
| 3, 06 | − 0, 27971 77662 | − 314 44960 | + 3 84660 | 0, 31636 77388 | − 383 88732 | − 1 54070 |
| 3, 07 | − 0, 28286 22622 | − 310 60300 | + 3 86185 | 0, 31252 88656 | − 385 42802 | − 1 50750 |
| 3, 08 | − 0, 28596 82922 | − 306 74115 | + 3 87675 | 0, 30867 45854 | − 386 93552 | − 1 47419 |
| 3, 09 | − 0, 28903 57037 | − 302 86440 | + 3 89134 | 0, 30480 52302 | − 388 40971 | − 1 44079 |
| 3, 10 | − 0, 29206 34377 | − 298 97306 | + 3 90556 | 0, 30092 11331 | − 389 85050 | − 1 40732 |
| 3, 11 | − 0, 29505 40783 | − 295 06750 | + 3 91948 | 0, 29702 26281 | − 391 25782 | − 1 37372 |
| 3, 12 | − 0, 29800 47533 | − 291 14802 | + 3 93304 | 0, 29311 00499 | − 392 63154 | − 1 34009 |
| 3, 13 | − 0, 30091 62335 | − 287 21498 | + 3 94627 | 0, 28918 37345 | − 393 97163 | − 1 30634 |
| 3, 14 | − 0, 30378 83833 | − 283 26871 | + 3 95918 | 0, 28524 40182 | − 395 27797 | − 1 27253 |
| 3, 15 | − 0, 30662 10704 | − 279 30953 | + 3 97173 | 0, 28129 12385 | − 396 55050 | − 1 23864 |
| 3, 16 | − 0, 30941 41657 | − 275 33780 | + 3 98393 | 0, 27732 57335 | − 397 78914 | − 1 20468 |
| 3, 17 | − 0, 31216 75437 | − 271 35387 | + 3 99583 | 0, 27334 78421 | − 398 99382 | − 1 17065 |
| 3, 18 | − 0, 31488 10824 | − 267 35804 | + 4 00735 | 0, 26935 79039 | − 400 16447 | − 1 13657 |
| 3, 19 | − 0, 31755 46628 | − 263 35069 | + 4 01855 | 0, 26535 62592 | − 401 30104 | − 1 10238 |
| 3, 20 | − 0, 32018 81697 | | | 0, 26134 32488 | | |



# Von der Integration der linearen Gleichungen mit partiellen endlichen Differenzen.

Von
Hrn. EYTELWEIN.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 3. Juni 1824.]

## §. 1.

Bedeutet ${}^{m}G_{r}$ irgend eine unbekannte Funkzion der veränderlichen Gröfsen $m$ und $r$, wo $m$ und $r$ jeder ganzen Zahl oder 0 gleich seyn können, so heifst jede Gleichung in welcher diese Funkzion für verschiedene Werthe von $m$ und $r$ vorkommt, eine Gleichung mit partiellen Differenzen, und man ist im Stande diese Differenzgleichung zu integriren, wenn der Werth der unbekannten Funkzion ${}^{m}G_{r}$ angegeben werden kann. Dergleichen Differenzgleichungen gehören zu den doppelt wiederkehrenden oder recurro-recurrenten Reihen, und sowohl Laplace (*Mémoires sur les suites récurro-récurrentes, Mém. de Mathémat. Tom. VI. Paris* 1774. — *Rechreches sur l'intégration des équations différentielles finies, Mém. de Mathémat. Année* 1773. *Paris* 1776.) als auch Lagrange (*Recherches sur l'intégration des équations linéaires aux différences finies et partielles; Nouv. Mém. de l'Acad. de Berlin, Année* 1775.) haben zuerst über diese Reihen ausgezeichnete Untersuchungen angestellt, ohne jedoch die erzeugende Funkzion, aus welcher ${}^{m}G_{r}$ entstanden ist, näher zu bestimmen. Man findet zwar in *Arbogast, Calcul des dérivations,* (*Strasbourg* 1800.) dergleichen Untersuchungen; allein abge-

sehen von der dortigen Bezeichnung, wird es nicht unwichtig seyn, die hierher gehörigen Entwickelungen noch auf einem anderen Wege zu erhalten, von welchem ich mir schmeichle, dafs auf demselben die gesuchten Ausdrücke einfach und übersichtlich dargestellt werden.

Weil die partiellen Differenzgleichungnn von der Form

$$ {}^{m}G_{r} + a.\ {}^{m}G_{r-1} + b.\ {}^{m-1}G_{r} + c.\ {}^{m-1}G_{r-1} = f(m\,;\,r) $$

am meisten vorkommen, wenn hier $f\,(m\,;\,r)$ irgend eine gegebene Funkzion von $m$ und $r$ bedeutet und $a$, $b$, $c$ willkührliche beständige Koeffizienten sind, welche auch einzeln $= 0$ seyn können, so wird man sich hier vorzüglich auf diese Differenzgleichung beschränken; es wird sich aber sehr leicht übersehen lassen, dafs mit Anwendung des polynomischen Lehrsatzes und einer einfachen Bezeichnung der Polynomialkoeffizienten, die Untersuchung auch leicht auf jede andere gegebene Differenzgleichung angewendet werden kann. Uebrigens ist bei den von Lagrange untersuchten Differenzgleichungen durchgängig $f\,(m\,;\,r) = 0$ angenommen, wogegen hier dieser Ausdruck jede beliebige Funkzion von $m$ und $r$ bezeichnen kann.

Bei den folgenden Untersuchungen wird zuerst die Entwickelung gebrochener Funkzionen mit zwei veränderlichen $x$ und $y$ auseinander gesetzt und hiernächst bestimmt, wie gegebene Koeffizientengleichungen welche mit den angeführten Differenzgleichungen einerlei sind, integrirt werden können.

Noch ist zu bemerken, dafs hier zur Vereinfachung, Binomialkoeffizienten wie

(I)............ $\dfrac{\alpha\,(\alpha-1)\,(\alpha-2)\,(\alpha-3)\,\ldots\ldots\,(\alpha-n+1)}{1\,.\,2\,.\,3\,.\,4\,\ldots\ldots\,n}$ durch $\alpha_n$

bezeichnet werden. Ferner wird man von einer Reihe

$$ P = A + A_1\,x + A_2\,x^2 + A_3\,x^3 + \ldots\ldots + A_n\,x^n + \ldots\ldots $$

den Koeffizienten $A_n$ durch $PK_n$ bezeichnen, um dadurch näher anzudeuten, zu welcher Reihe vorkommende Koeffizienten gehören. Man erhält daher auch

(II) $P = PK_0 + PK_1\,.\,x + PK_2\,.\,x^2 + PK_3\,.\,x^3 + \ldots + PK_n\,.\,x^n + \ldots\ldots$

## §. 2.

Man setze

$$\begin{array}{l}
A + A_1 x + A_2 x^2 + A_3 x^3 + \ldots + A_r x^r + \ldots = P \\
{}^1Ay + {}^1A_1 xy + {}^1A_2 x^2 y + {}^1A_3 x^3 y + \ldots + {}^1A_r x^r y + \ldots = P_1 y \\
{}^2Ay^2 + {}^2A_1 xy^2 + {}^2A_2 x^2 y^2 + {}^2A_3 x^3 y^2 + \ldots + {}^2A_r x^r y^2 + \ldots = P_2 y^2 \\
{}^3Ay^3 + {}^3A_1 xy^3 + {}^3A_2 x^2 y^3 + {}^3A_3 x^3 y^3 + \ldots + {}^3A_r x^r y^3 + \ldots = P_3 y^3 \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
{}^mAy^m + {}^mA_1 xy^m + {}^mA_2 x^2 y^m + {}^mA_3 x^3 y^m + \ldots + {}^mA_r x^r y^m + \ldots = P_m y^m \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{array}$$

und es sei die gebrochene Funkzion

$$\frac{P^1}{1 + ax + by + cxy}$$

zu entwickeln, so ist die allgemeinste Form welche der Zähler $P^1$ erhalten kann

$$P^1 = P + P_1 y + P_2 y^2 + P_3 y^3 + \ldots + P_m y^m + \ldots\ldots [\mathrm{I}]$$

wenn $P$; $P_1$; $P_2$; .... die oben gegebene Bedeutung behalten.

Setzt man nun ferner:

$$\begin{array}{l}
G + G_1 x + G_2 x^2 + G_3 x^3 + \ldots + G_r x^r + \ldots = Q \\
{}^1Gy + {}^1G_1 xy + {}^1G_2 x^2 y + {}^1G_3 x^3 y + \ldots + {}^1G_r x^r y + \ldots = Q_1 y \\
{}^2Gy^2 + {}^2G_1 xy^2 + {}^2G_2 x^2 y^2 + {}^2G_3 x^3 y^2 + \ldots + {}^2G_r x^r y^2 + \ldots = Q_2 y^2 \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
{}^mGy^m + {}^mG_1 xy^m + {}^mG_2 x^2 y^m + {}^mG_3 x^3 y^m + \ldots + {}^mG_r x^r y^m + \ldots = Q_m y^m \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{array}$$

und bezeichnet durch $Q^1$ die Entwickelung der gegebenen gebrochenen Funkzion, also

$$(1) \ldots\ldots\ldots\ldots \frac{P^1}{1 + ax + by + cxy} = Q^1$$

so ist die allgemeinste Gestalt welche diese Entwickelung erhalten kann

$$Q^1 = Q + Q_1 y + Q_2 y^2 + Q_3 y^3 + \ldots + Q_m y^m + \ldots\ldots [\mathrm{II}]$$

wo $A$; $A_1$; $A_2$; $A_3$; ...... gegebene und $G$; $G_1$; $G_2$; $G_3$; ...... noch näher zu bestimmende Koeffizienten bedeuten.

Nun werde $1 + ax = \alpha$ und $b + cx = \beta$ gesetzt, so erhält man wegen (I)

$$Q^1 = \frac{P^1}{\alpha + \beta y} = P^1 \left[\frac{1}{\alpha} - \frac{\beta y}{\alpha^2} + \frac{\beta^2 y^2}{\alpha^3} - \ldots\ldots \pm \frac{\beta^m y^m}{\alpha^{m+1}} \mp \ldots\ldots\right]$$

oder statt $P^1$ aus [I] den entsprechenden Werth gesetzt, giebt:

$$Q^1 = \frac{P}{\alpha} + \left.\begin{array}{r} \dfrac{P_1}{\alpha} \\ -\dfrac{P\beta}{\alpha^2} \end{array}\right| y + \left.\begin{array}{r} \dfrac{P_2}{\alpha} \\ -\dfrac{P_1\beta}{\alpha^2} \\ +\dfrac{P\beta^2}{\alpha^3} \end{array}\right| y^2 + \ldots\ldots + \left.\begin{array}{r} \dfrac{P_m}{\alpha} \\ -\dfrac{P_{m-1}\beta}{\alpha^2} \\ +\dfrac{P_{m-2}\beta^2}{\alpha^3} \\ \ldots\ldots\ldots \\ \pm\dfrac{P\beta^m}{\alpha^{m+1}} \end{array}\right| y^m + \ldots\ldots$$

daher wird nach der Bezeichnung §. 1. (II)

$$Q^1 K_m = \frac{P_m}{\alpha} - \frac{P_{m-1}\beta}{\alpha^2} + \frac{P_{m-2}\beta^2}{\alpha^3} - \ldots\ldots \pm \frac{P\beta^m}{\alpha^{m+1}}$$

Denkt man sich diese Glieder in Reihen aufgelöst und nach den Potenzen von $x$ geordnet, so findet man den zu $x^r$ gehörigen Koeffizienten oder

$$(Q^1 K_m) K_r = \left(\frac{P_m}{\alpha}\right) K_r - \left(\frac{P_{m-1}\beta}{\alpha^2}\right) K_r + \left(\frac{P_{m-2}\beta^2}{\alpha^3}\right) K_r - \ldots \pm \left(\frac{P\beta^m}{\alpha^{m+1}}\right) K_r \quad \text{[III]}$$

Nun ist $P_m = {}^mA + {}^mA_1 x + {}^mA_2 x^2 + {}^mA_3 x^3 + \ldots + {}^mA_r x^r + \ldots$ also

$$P_{m-n} = {}^{m-n}A + {}^{m-n}A_1 x + {}^{m-n}A_2 x^2 + {}^{m-n}A_3 x^3 + \ldots + {}^{m-n}A_r x^r + \ldots$$

und wenn man setzt

$$\frac{\beta^n}{\alpha^{n+1}} = \frac{(b + cx)^n}{(1 + ax)^{n+1}} = {}^nB + {}^nB_1 x + {}^nB_2 x^2 + {}^nB_3 x^3 + \ldots + {}^nB_r x^r + \ldots \quad \text{[IV]}$$

so wird

$$\frac{P_{m-n}\beta^n}{\alpha^{n+1}} = {}^{m-n}A\,.\,{}^nB + {}^{m-n}A_1\,.\,{}^nB \left| x + \ldots + {}^{m-n}A_r\,.\,{}^nB \right| x^r + \ldots\ldots \text{ daher §. 1. (II)}$$
$$\qquad + {}^{m-n}A\,.\,{}^nB_1 \quad\quad + {}^{m-n}A_{r-1}\,.\,{}^nB_1$$
$$\qquad\qquad + {}^{m-n}A_{r-2}\,.\,{}^nB_2$$
$$\qquad\qquad \cdots\cdots\cdots$$
$$\qquad\qquad + {}^{m-n}A\,.\,{}^nB_r$$

$$\left(\frac{P_{m-n}\beta^n}{\alpha^{n+1}}\right)K_r = {}^{m-n}A_r\,.\,{}^nB + {}^{m-n}A_{r-1}\,.\,{}^nB_1 + {}^{m-n}A_{r-2}\,.\,{}^nB_2 + \ldots\ldots\ldots$$
$$+ {}^{m-n}A\,.\,{}^nB_r$$

und man findet hieraus, wenn 0, 1, 2, 3, .... statt $n$ gesetzt wird

$$\left(\frac{P_m}{\alpha}\right) K_r = {}^mA_r\,.\,B + {}^mA_{r-1}\,.\,B_1 + {}^mA_{r-2}\,.\,B_2 + \ldots\ldots\ldots + {}^mA\,.\,B_r$$

$$\left(\frac{P_{m-1}\beta}{\alpha^2}\right) K_r = {}^{m-1}A_r\,.\,{}^1B + {}^{m-1}A_{r-1}\,.\,{}^1B_1 + {}^{m-1}A_{r-2}\,.\,{}^1B_2 + \ldots\ldots\ldots$$
$$+ {}^{m-1}A\,.\,{}^1B_r$$

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

$$\left(\frac{P\beta^m}{\alpha^{m+1}}\right) K_r = A_r\,.\,{}^mB + A_{r-1}\,.\,{}^mB_1 + A_{r-2}\,.\,{}^mB_2 + \ldots\ldots\ldots$$
$$+ A\,.\,{}^mB_r \text{ oder nach [III]}$$

$$(Q^1K_m)\,K_r = \begin{cases} +\,({}^mA_r\,.\,B + {}^mA_{r-1}\,.\,B_1 + {}^mA_{r-2}\,.\,B_2 + \ldots + {}^mA\,.\,B_r) \\ -\,({}^{m-1}A_r\,.\,{}^1B + {}^{m-1}A_{r-1}\,.\,{}^1B_1 + {}^{m-1}A_{r-2}\,.\,{}^1B_2 + \ldots + {}^{m-1}A\,.\,{}^1B_r) \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ \pm\,(A_r\,.\,{}^mB + A_{r-1}\,.\,{}^mB_1 + A_{r-2}\,.\,{}^mB_2 + \ldots + A\,.\,{}^mB_r) \end{cases}$$

wo das obere Zeichen für ein grades, das untere für ein ungrades $m$ gilt.

Nach [II] ist $Q^1K_m = Q_m$. Aber auch

$$Q_m = {}^mG + {}^mG_1\,x + {}^mG_2\,x^2 + {}^mG_3\,x^3 + \ldots\ldots + {}^mG_r\,x^r + \ldots\ldots$$

daher wird auch $Q_m K_r = {}^mG_r$ oder

$$(Q^1K_m)\;K_r = Q_m K_r = {}^mG_r\,.$$

Ferner wird mit Anwendung des binomischen Lehrsatzes nach [IV]

$$\text{(II)}\quad {}^mB_r = \pm\Big[(r+m)_m\,a^r b^m - (r+m-1)_m\,m\,a^{r-1}\,b^{m-1}\,c$$
$$+ (r+m-2)_m\,m_2\,a^{r-2}\,b^{m-2}\,c^2 - \ldots\ldots\ldots \pm m_r\,b^{m-r}\,c^r\Big]$$

wo das obere Zeichen für ein grades, das untere für ein ungrades $r$ gilt. Hiernach wird:

$$B_r = \pm\, a^r$$

$$^1B_r = \pm \left[(r+1)\ a^r b - r a^{r-1} c\right]$$

$$^2B_r = \pm \left[(r+2)_2\, a^r b^2 - 2\,(r+1)_2\, a^{r-1} bc + r_2\, a^{r-2} c^2\right]$$

$$^3B_r = \pm \left[(r+3)_3\, a^r b^3 - 3\,(r+2)_3\, a^{r-1} b^2 c + 3\,(r+1)_3\, a^{r-2} bc^2 - r_3\, a^{r-3} c^3\right]$$

u. s. w. Ferner

$$^mB = b^m$$

$$^mB_1 = m\ b^{m-1}\, c\ - (m+1)\, a b^m$$

$$^mB_2 = m_2\, b^{m-2}\, c^2 - (m+1)\, m\ a b^{m-1}\, c\ + (m+2)_2\, a^2\, b^m$$

$$^mB_3 = m_3\, b^{m-3}\, c^3 - (m+1)\, m_2\, a b^{m-2}\, c^2 + (m+2)_2\, m a^2\, b^{m-1}\, c - (m+3)_3\, a^3\, b^m$$

u. s. w.

Es ist daher $(Q^1 K_m)\ K_r$ oder

$$(\mathrm{III})\ {}^mG_r = \left\{\begin{array}{l} + \ {}^mA_r - {}^mA_{r-1}\ a + {}^mA_{r-2}\ a^2 - \ldots + {}^mA\,(-1)^r\ a^r \\ - ({}^{m-1}A_r\, b + {}^{m-1}A_{r-1} \cdot {}^1B_1 + {}^{m-1}A_{r-2} \cdot {}^1B_2 + \ldots + {}^{m-1}A \ \cdot\ {}^1B^r) \\ + ({}^{m-2}A_r\, b^2 + {}^{m-2}A_{r-1} \cdot {}^2B_1 + {}^{m-2}A_{r-2} \cdot {}^2B_2 + \ldots + {}^{m-2}A \ \cdot\ {}^2B_r) \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ \pm (\ A_r\, b^m + A_{r-1} \cdot {}^mB_1 + A_{r-2} \cdot {}^mB_2 + \ldots + A \ \cdot\ {}^mB_r) \end{array}\right\}$$

wo das obere Zeichen für ein grades, das untere für ein ungrades $m$ gilt.

Hiernach ist man im Stande, weil $^mA_r$ gegeben ist und $^mB_r$ nach (II) aus $a$, $b$, $c$ gefunden werden kann, die vollständige Entwickelung von $Q^1$ zu finden.

## §. 3.

1. **Zusatz.** Sucht man die Entwickelung von

$$\frac{P^1}{1 + ax + by} = Q^1 = Q + Q_1 y + Q_2 y^2 + Q_3 y^3 + \ldots + Q_m y^m + \ldots$$

wenn $P^1$ und $Q^1$ die bisherige Bedeutung behalten, so wird hier $c = 0$ also $^mB_r = \pm\ (r+m)_m\ a^r b^m$, daher $B_r = \pm\ a^r$; $^1B_r = \pm\ (r+1)\ a^r b$; $^2B_r = \pm\ (r+2)_2\ a^r b^2$; ...... und man findet

$$ {}^{m}G_r = \begin{Bmatrix} + \; {}^{m}A_r - {}^{m}A_{r-1}\,a + {}^{m}A_{r-2}\,a^2 - \ldots + {}^{m}A\,(-a)^r \\ - b\,[{}^{m-1}A_r - 2\,.\,{}^{m-1}A_{r-1}\,a + 3_2\,.\,{}^{m-1}A_{r-2}\,a^2 - \ldots + (r+1)\,.\,{}^{m-1}A\,(-a)^r] \\ + b^2\,[{}^{m-2}A_r - 3\,.\,{}^{m-2}A_{r-1}\,a + 4_2\,.\,{}^{m-2}A_{r-2}\,a^2 - \ldots + (r+2)_2\,{}^{m-2}A\,(-a)^r] \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \pm b^m\,[A_r - (m+1)\,A_{r-1}\,a + (m+2)_2\,A_{r-2}\,a^2 - \ldots + (r+m)_m\,A\,(-a)^r] \end{Bmatrix} $$

wo das obere Zeichen für ein grades, das untere für ein ungrades $m$ gilt.

Für $m = 3$ und $r = 2$ wird hiernach

$$ {}^{3}G_2 = \begin{Bmatrix} + \; {}^{3}A_2 - {}^{3}A_1\,a + {}^{3}A\,a^2 \\ - b\,[{}^{2}A_2 - 2\,.\,{}^{2}A_1\,a + 3_2\,.\,{}^{2}A\,a^2] \\ + b^2\,[{}^{1}A_2 - 3\,.\,{}^{1}A_1\,a + 4_2\,.\,{}^{1}A\,a^2] \\ - b^3\,[A_2 - 4\,.\,A_1\,a + 5_2\,.\,A\,a^2] \end{Bmatrix} $$

## §. 4.

2. **Zusatz.** Für die Entwickelung von

$$ \frac{P^1}{1 + ax + cxy} = Q^1 = Q + Q_1 y + Q_2 y^2 + Q_3 y^3 + \ldots\ldots + Q_m y^m + \ldots\ldots $$

wird hier $b = 0$ also $B_r = \pm a^r$; ${}^{1}B_r = \mp r a^{r-1} c$; ${}^{2}B_r = \pm r_2 a^{r-2} c^2$; ${}^{3}B_r = \mp r_3 a^{r-3} c^3$ und überhaupt ${}^{m}B_r = \pm (-1)^m r_m a^{r-m} c^m$, wo das obere Zeichen für ein grades, das untere für ein ungrades $r$ gilt. Hiernach findet man

$B = 1$; $B_1 = -a$; $B_2 = a^2$; $B_3 = -a^3$; $B_4 = a^4$; ................
${}^{1}B = 0$; ${}^{1}B_1 = c$; ${}^{1}B_2 = -2ac$; ${}^{1}B_3 = 3a^2c$; ${}^{1}B_4 = -4\,a^3 c$; ........
${}^{2}B = 0$; ${}^{2}B_1 = 0$; ${}^{2}B_2 = c^2$; ${}^{2}B_3 = -3_2 ac^2$; ${}^{2}B_4 = 4_2\,a^2 c^2$; ........
${}^{3}B = 0$; ${}^{3}B_1 = 0$; ${}^{3}B_2 = 0$; ${}^{3}B_3 = c^3$; ${}^{3}B_4 = -4_3\,a\,c^3$; ........
${}^{4}B = {}^{4}B_1 = {}^{4}B_2 = {}^{4}B_3 = 0$; ${}^{4}B_4 = c^4$; ${}^{4}B_5 = -5_4\,ac^4$; .......... folglich

$$ {}^{m}G_r = \begin{Bmatrix} + \; {}^{m}A_r - {}^{m}A_{r-1}\,a + {}^{m}A_{r-2}\,a^2 - \ldots + (-1)^r\,{}^{m}A\,a^r \\ - c\,[{}^{m-1}A_{r-1} - 2\,.\,{}^{m-1}A_{r-2}\,a + 3\,.\,{}^{m-1}A_{r-3}\,a^2 - \ldots + (-1)^r\,r\,.\,{}^{m-1}A\,a^{r-1}] \\ + c^2\,[{}^{m-2}A_{r-2} - 3_2\,.\,{}^{m-2}A_{r-3}\,a + 4_2\,.\,{}^{m-2}A_{r-4}\,a^2 - \ldots + (-1)^r\,r_2\,.\,{}^{m-2}A\,a^{r-2}] \\ - c^3\,[{}^{m-3}A_{r-3} - 4_3\,.\,{}^{m-3}A_{r-4}\,a + 5_3\,.\,{}^{m-3}A_{r-5}\,a^2 - \ldots + (-1)^r\,r_3\,.\,{}^{m-3}A\,a^{r-3}] \\ + c^4\,[{}^{m-4}A_{r-4} - 5_4\,.\,{}^{m-4}A_{r-5}\,a + 6_4\,.\,{}^{m-4}A_{r-6}\,a^2 - \ldots + (-1)^r\,r_4\,.\,{}^{m-4}A\,a^{r-4}] \\ - c^5\,[{}^{m-5}A_{r-5} - 6_5\,.\,{}^{m-5}A_{r-6}\,a + 7_5\,.\,{}^{m-5}A_{r-7}\,a^2 - \ldots + (-1)^r\,r_5\,.\,{}^{m-5}A\,a^{r-5}] \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{Bmatrix} $$

Für $m = 4$ und $r = 3$ wird

$$
{}^4G_3 = \begin{Bmatrix} + \; {}^4A_3 - {}^4A_2\, a + {}^4A_1\, a^2 - {}^4A\, a^3 \\ - c\; ({}^3A_2 - 2\, .\, {}^3A_1\, a + {}^3A\; a^2) \\ + c^2\, ({}^2A_1 - 3_2\, .\, {}^2A\; a) \\ - c^3\, .\, {}^1A \end{Bmatrix}
$$

§. 5.

3. Zusatz. Sucht man die Entwickelung von

$$
\frac{P^1}{1 + by + cxy} = Q^1 = Q + Q_1 y + Q_2 y^2 + Q_3 y^3 + \ldots\ldots + Q_m y^m + \ldots\ldots
$$

so wird hier $a = 0$ also, ${}^mB_r = m_r\, b^{m-r}\, c^r$, daher ${}^mB_r = 0$ für $r > m$, wegen des Factors $m_r$. Hiernach erhält man

$$
{}^mG_r = \begin{Bmatrix} + \; {}^mA_r \\ - ({}^{m-1}A_r\, b + {}^{m-1}A_{r-1}\, c) \\ + ({}^{m-2}A_r\, b^2 + 2\, .\, {}^{m-2}A_{r-1}\, b\; c + {}^{m-2}A_{r-2}\, c^2) \\ - ({}^{m-3}A_r\, b^3 + 3\, .\, {}^{m-3}A_{r-1}\, b^2\; c + 3_2\, .\, {}^{m-3}A_{r-2}\, b\; c^2 + {}^{m-3}A_{r-3}\, c^3) \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ \pm (\; A_r\, b^m + m\, .\; A_{r-1}\, b^{m-1}\, c + m_2\, .\; A_{r-2}\, b^{m-2}\, c^2 + \ldots + m_r\, A\, b^{m-r}\, c^r) \end{Bmatrix}
$$

Für $m = 4$ und $r = 7$ wird

$$
{}^4G_7 = \begin{Bmatrix} + \; {}^4A_7 \\ - \; {}^3A_7\, b - {}^3A_6\, c \\ + \; {}^2A_7\, b^2 + 2\, .\, {}^2A_6\, b\; c + {}^2A_5\, c^2 \\ - \; {}^1A_7\, b^3 - 3\, .\, {}^1A_6\, b^2 c - 3_2\, .\, {}^1A_5\, b\; c^2 - {}^1A_4\, c^3 \\ + \; A_7\, b^4 + 4\, .\; A_6\, b^3 c + 4_2\, .\; A_5\, b^2\, c^2 + 4_3\, .\, A_4\, b c^3 + A_3\, c^4 \end{Bmatrix}
$$

§. 6.

4. Zusatz. Für diejenigen Fälle in welchen der Nenner der gegebenen gebrochenen Funkzion nur aus einer zweitheiligen Gröfse besteht, erhält man für $Q^1$ sehr einfache Ausdrücke.

Wäre die gegebene Funkzion $\frac{P^1}{1 + ax}$ zu entwickeln, so setze man $b = 0$ in §. 3 oder $c = 0$ in §. 4. Dies giebt

$$
{}^mG_r = {}^mA_r - {}^mA_{r-1}\, a + {}^mA_{r-2}\, a^2 - {}^mA_{r-3}\, a^3 + \ldots + {}^mA\, (-a)^r
$$

daher findet man nach §. 2.

$$Q = A + (A_1 - Aa)\,x + (A_2 - A_1 a + Aa^2)\,x^2 + (A_3 - A_2 a + A_1 a^2 - Aa^3)\,x^3 + \dots$$
$$Q_1 = {}^1A + ({}^1A_1 - {}^1Aa)\,x + ({}^1A_2 - {}^1A_1 a + {}^1Aa^2)\,x^2 + ({}^1A_3 - {}^1A_2 a + {}^1A_1 a^2 - {}^1Aa^3)\,x^3 + \dots$$
$$Q_2 = {}^2A + ({}^2A_1 - {}^2Aa)\,x + ({}^2A_2 - {}^2A_1 a + {}^2Aa^2)\,x^2 + ({}^2A_3 - {}^2A_2 a + {}^2A_1 a^2 - {}^2Aa^3)\,x^3 + \dots$$

u. s. w. Hieraus folgt

$$(\mathrm{I})\quad \frac{P^1}{1+ax} = \left\{\begin{array}{l}
+ \; A + (A_1 - A\,a)\,x + (A_2 - A_1\,a + A\,a^2)\,x^2 \\
\qquad + (A_3 - A_2\,a + A_1\,a^2 - A\,a^3)\,x^3 + \dots\dots\dots\dots \\
+ \left[{}^1A + ({}^1A_1 - {}^1A\,a)\,x + ({}^1A_2 - {}^1A_1\,a + {}^1A\,a^2)\,x^2\right. \\
\qquad \left. + ({}^1A_3 - {}^1A_2\,a + {}^1A_1\,a^2 - {}^1A\,a^3)\,x^3 + \dots\dots\right] y \\
+ \left[{}^2A + ({}^2A_1 - {}^2A\,a)\,x + ({}^2A_2 - {}^2A_1\,a + {}^2A\,a^2)\,x^2\right. \\
\qquad \left. + ({}^2A_3 - {}^2A_2\,a + {}^2A_1\,a^2 - {}^2A\,a^3)\,x^3 + \dots\dots\right] y^2 \\
+ \left[{}^3A + ({}^3A_1 - {}^3A\,a)\,x + ({}^3A_2 - {}^3A_1\,a + {}^3A\,a^2)\,x^2\right. \\
\qquad \left. + ({}^3A_3 - {}^3A_2\,a + {}^3A_1\,a^2 - {}^3A\,a^3)\,x^3 + \dots\dots\right] y^3 \\
\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots
\end{array}\right.$$

Zur Entwickelung der Funkzion $\frac{P^1}{1+by}$ setze man $a = 0$ in §. 3 oder $c = 0$ in §. 5, so wird

$${}^nG_r = {}^nA_r - {}^{n-1}A_r\,b + {}^{n-2}A_r\,b^2 - {}^{n-3}A_r\,b^3 + \dots \pm A_r\,b^n$$

Hiernach die Werthe $Q$, $Q_1$, $Q_2 \dots$ bestimmt, so erhält man

$$(\mathrm{II})\quad \frac{P^1}{1+by} = \left\{\begin{array}{l}
+ \; A + A_1\,x + A_2\,x^2 + A_3\,x^3 + A_4\,x^4 + A_5\,x^5 + A_6\,x^6 \\
\qquad\qquad + A_7\,x^7 + \dots\dots\dots\dots\dots\dots \\
+ \left[{}^1A - A\,b + ({}^1A_1 - A_1\,b)\,x + ({}^1A_2 - A_2\,b)\,x^2\right. \\
\qquad \left. + ({}^1A_3 - A_3\,b)\,x^3 + ({}^1A_4 - A_4\,b)\,x^4 + \dots\dots\right] y \\
+ \left[{}^2A - {}^1A\,b + A\,b^2 + ({}^2A_1 - {}^1A_1\,b + A_1\,b^2)\,x\right. \\
\qquad \left. + ({}^2A_2 - {}^1A_2\,b + A_2\,b^2)\,x^2 + \dots\dots\dots\dots\dots\dots\right] y^2 \\
+ \left[{}^3A - {}^2A\,b + {}^1A\,b^2 - A\,b^3 + ({}^3A_1 - {}^2A_1\,b + {}^1A_1\,b^2\right. \\
\qquad \left. - A_1\,b^3)\,x + \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\right] y^3 \\
+ \left[{}^4A - {}^3A\,b + {}^2A\,b^2 - {}^1A\,b^3 + A\,b^4 + ({}^4A_1 - {}^3A_1\,b\right. \\
\qquad \left. + {}^2A_1\,b^2 - {}^1A_1\,b^3 + A_1\,b^4)\,x + \dots\dots\dots\dots\right] y^4 \\
\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots
\end{array}\right.$$

Die Funkzion $\frac{P^1}{1+cxy}$ zu entwickeln, setze man $a = 0$ in §. 4 oder $b = 0$ in §. 5, so erhält man

$$G_r = {}^mA_r - {}^{m-1}A_{r-1}\,c + {}^{m-2}A_{r-2}\,c^2 - {}^{m-3}A_{r-3}\,c^3 + {}^{m-4}A_{r-4}\,c^4 - \dots\dots$$

und wenn hiernach die Werthe $Q$, $Q_1$, $Q_2$, ...... bestimmt werden, so findet man

$$\frac{P^1}{1+cxy} = \left\{\begin{aligned}
&+ \quad A + A_1 x + A_2 x^2 + A_3 x^3 + A_4 x^4 + A_5 x^5 + A_6 x^6 + A_7 x^7 + \dots\dots\dots\\
&+ \left[{}^1A + ({}^1A_1 - \quad Ac)\,x + ({}^1A_2 - \quad A_1 c)\,x^2 + ({}^1A_3 - A_2 c)\,x^3\right.\\
&\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\left. + ({}^1A_4 - A_3 c)\,x^4 + \dots\dots\dots\right] y\\
&+ \left[{}^2A + ({}^2A_1 - {}^1Ac)\,x + ({}^2A_2 - {}^1A_1 c + \quad Ac^2)\,x^2 + ({}^2A_3 - {}^1A_2 c\right.\\
&\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\left. + A_1 c^2)\,x^3 + \dots\dots\dots\dots\dots\right] y^2\\
&+ \left[{}^3A + ({}^3A_1 - {}^2Ac)\,x + ({}^3A_2 - {}^2A_1 c + {}^1Ac^2)\,x^2 + ({}^3A_3 - {}^2A_2 c + {}^1A_1 c^2\right.\\
&\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\left. - Ac^3)\,x^3 + \dots\dots\dots\dots\dots\right] y^3\\
&+ \left[{}^4A + ({}^4A_1 - {}^3Ac)\,x + ({}^4A_2 - {}^3A_1 c + {}^2Ac^2)\,x^2 + ({}^4A_3 - {}^3A_2 c + {}^2A_1 c^2\right.\\
&\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\left. - {}^1Ac^3)\,x^3 + \dots\dots\dots\dots\dots\right] y^4\\
&+ \left[{}^5A + ({}^5A_1 - {}^4Ac)\,x + ({}^5A_2 - {}^4A_1 c + {}^3Ac^2)\,x^2 + ({}^5A_3 - {}^4A_2 c + {}^3A_1 c^2\right.\\
&\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\left. - {}^2Ac^3)\,x^3 + \dots\dots\dots\dots\dots\right] y^5\\
&\quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots
\end{aligned}\right.$$

## §. 7.

Besteht der Zähler $P^1 = P + P_1 y + P_2 y^2 + P_3 y^3 + \dots\dots$ aus einer bestimmten Anzahl Glieder, so läfst sich leicht übersehen, dafs alsdann die gefundenen Ausdrücke noch sehr vereinfacht werden können. Sucht man z. B. die Entwickelung von

$$\frac{A + A_1 x + A_2 x^2 + {}^1Ay + {}^1A_1 xy + {}^2Ay^2}{1 + cxy}.$$

so sind hier aufser $A$; $A_1$; $A_2$; ${}^1A$; ${}^1A_1$; ${}^2A$; die übrigen Koeffizienten $= 0$, daher erhält man

$$\frac{A + A_1 x + A_2 x^2 + {}^1Ay + {}^1A_1 xy + {}^2Ay^2}{1 + cxy} = \left\{\begin{array}{l} + A + A_1 x + A_2 x^2 \\ - \left[- {}^1A - ({}^1A_1 - Ac)\, x + A_1\, c x^2 + A_2\, c x^3\right] y \\ + \left[{}^2A - {}^1A\, c x - ({}^1A_1 - A c)\, c x^2 + A_1\, c^2 x^3 \right. \\ \qquad\qquad \left. + A^2\, c^2 x^4\right] y^2 \\ - \left[{}^2A - {}^1A\, c x - ({}^1A_1 - A c)\, c x^2 + A_1\, c^2 x^3 \right. \\ \qquad\qquad \left. + A_2\, c^2 x^4\right] c x y^3 \\ + \left[{}^2A - {}^1A\, c x - ({}^1A_1 - A c)\, c x^2 + A_1\, c^2 x^3 \right. \\ \qquad\qquad \left. + A_2\, c^2 x^4\right] c^2 x^2 y^4 \\ - \left[{}^2A - {}^1A\, c x - ({}^1A_1 - A c)\, c x^2 + A_1\, c^2 x^3 \right. \\ \qquad\qquad \left. + A_2\, c^2 x^4\right] c^3 x^3 y^5 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right\}$$

## §. 8.

Den Zusammenhang der eingeführten Koeffizienten zu übersehen, dienen folgende Auseinandersetzungen. Es war

$$P^1 = (1 + ax + by + cxy).\ Q^1$$

oder aus §. 2 die entsprechenden Werthe für $P^1$ und $Q^1$ gesetzt und nach den Potenzen von $y$ geordnet, giebt

$$P + P_1 y + P_2 y^2 + P_3 y^3 + \ldots\ldots + P_m y^m \ldots\ldots =$$

$$\left\{\begin{array}{rl|rl|rl|l} + & Q + \quad Q_1 & y + & Q_2 & y^2 \ldots\ldots + & Q_m & y^m + \ldots\ldots\ldots \\ + & ax\, Q + ax\, Q_1 & + & ax\, Q_2 & + & ax\, Q_m & \\ & + \quad b\, Q & + & b\, Q_1 & + & b\, Q_{m-1} & \\ & + \; cx\, Q & + & cx\, Q_1 & + & cx\, Q_{m-1} & \end{array}\right\}$$

daher wird nach der Lehre von den unbestimmten Koeffizienten $P_m = (1 + ax)\ Q_m + (b + cx)\ Q_{m-1}$, oder wenn man für $P_m$, $Q_m$ und $Q_{m-1}$ die entsprechenden Werthe nach §. 2 setzt:

$${}^mA + {}^mA_1\, x + {}^mA_2\, x^2 + {}^mA_3\, x^3 + \ldots\ldots + {}^mA_r\, x^r + \ldots\ldots =$$

$$\left\{\begin{array}{rl|rl|rl|l} + & {}^mG + \quad {}^mG_1 & x + & {}^mG_2 & x^2 + \ldots\ldots + & {}^mG_r & x^r + \ldots\ldots\ldots \\ & + a\,.\ {}^mG & + a\,. & {}^mG_1 & + a\,. & {}^mG_{r-1} & \\ + & b\,.\ {}^{m-1}G + b\,.\ {}^{m-1}G_1 & + b\,. & {}^{m-1}G_2 & + b\,. & {}^{m-1}G_r & \\ & + c\,.\ {}^{m-1}G & + c\,. & {}^{m-1}G_1 & + c\,. & {}^{m-1}G_{r-1} & \end{array}\right\}$$

daher nach der Lehre von den unbestimmten Koeffizienten

$$\text{(I)} \quad {}^{m}A_r = {}^{m}G_r + a \,.\, {}^{m}G_{r-1} + b \,.\, {}^{m-1}G_r + c \,.\, {}^{m-1}G_{r-1}$$

Nach einander 0, 1, 2, 3, ...... statt $r$ und $m$ gesetzt, so wird wegen ${}^{m}A_{-r} = 0$ und ${}^{-m}A_r = 0$

$$\begin{aligned}
{}^{m}A \;&= {}^{m}G + b \,.\, {}^{m-1}G \\
{}^{m}A_1 &= {}^{m}G_1 + a \,.\, {}^{m}G + b \,.\, {}^{m-1}G_1 + c \,.\, {}^{m-1}G \\
{}^{m}A_2 &= {}^{m}G_2 + a \,.\, {}^{m}G_1 + b \,.\, {}^{m-1}G_2 + c \,.\, {}^{m-1}G_1 \\
{}^{m}A_3 &= {}^{m}G_3 + a \,.\, {}^{m}G_2 + b \,.\, {}^{m-1}G_3 + c \,.\, {}^{m-1}G_2 \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
A_r &= G_r + a \,.\, G_{r-1} \\
{}^{1}A_r &= {}^{1}G_r + a \,.\, {}^{1}G_{r-1} + b \,.\, G_r + c \,.\, G_{r-1} \\
{}^{2}A_r &= {}^{2}G_r + a \,.\, {}^{2}G_{r-1} + b \,.\, {}^{1}G_r + c \,.\, {}^{1}G_{r-1} \\
{}^{3}A_r &= {}^{3}G_r + a \,.\, {}^{3}G_{r-1} + b \,.\, {}^{2}G_r + c \,.\, {}^{2}G_{r-1} \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}$$

Hieraus erhält man ferner

| | |
|---|---|
| ${}^{0}A = {}^{0}G$ | $A_0 = G_0$ |
| ${}^{1}A = {}^{1}G + b \,.\, G$ | $A_1 = G_1 + aG$ |
| ${}^{2}A = {}^{2}G + b \,.\, {}^{1}G$ | $A_2 = G_2 + aG_1$ |
| ${}^{3}A = {}^{3}G + b \,.\, {}^{2}G$ | $A_3 = G_3 + aG_2$ |
| . . . . . . . . . . . | . . . . . . . . . . . |

## §. 9.

Aufgabe. Die gegebene partielle Differenzgleichung

$${}^{m}G_r + a \,.\, {}^{m}G_{r-1} + b \,.\, {}^{m-1}G_r + c \,.\, {}^{m-1}G_{r-1} = f\,(r, m)$$

zu integriren oder den Werth von ${}^{m}G_r$ zu finden, wenn $f\,(r, m)$ irgend eine Funkzion von $r$ und $m$ ist.

Auflösung. Man vergleiche den gegebenen Ausdruck mit (I) §. 8 so wird ${}^{m}A_r = f\,(r, m)$, und man kann hiernach ${}^{m}A_r$ für alle Werthe von $r$ und $m$ finden, daher erhält man ${}^{m}G_r$ nach (III) §. 2 wenn zuvor der Werth von ${}^{m}B_r$ nach (II) §. 2 bestimmt ist.

Beispiel. Die zum integriren gegebene Differenzgleichung sei

$${}^{m}G_r + {}^{m}G_{r-1} + {}^{m-1}G_r + {}^{m-1}G_{r-1} = m\,r$$

so wird hier $a = b = c = 1$ und ${}^mA_r = mr$, also §. 2 (II)

$${}^mB_r = \pm\left[(r+m)_m - (r+m-1)_m\, m + (r+m-2)_m\, m_2 - \ldots\ldots \pm m_r\right]$$

oder weil nach den Eigenschaften der Binomialkoeffizienten dieser Ausdruck $= \pm 1$ wird, so erhält man

${}^mB_r = \pm 1$, wo das obere Zeichen für ein grades, das untere für ein ungrades $r$ gilt. Hiernach findet man

${}^mB_0 = 1$; ${}^mB_1 = -1$; ${}^mB_2 = 1$; ${}^mB_3 = -1$; ..... daher §. 2 (III) wegen $A_r = 0$

$${}^mG_r = \begin{cases} +\ m & [r-(r-1)+(r-2)-\ldots\ldots\mp 1 \pm 0] \\ -\ (m-1) & [r-(r-1)+(r-2)-\ldots\ldots\mp 1 \pm 0] \\ \ldots\ldots & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \mp\ 1 & [r-(r-1)+(r-2)-\ldots\ldots\mp 1 \pm 0] \end{cases}$$

oder weil $\left[r - (r-1) + \ldots\ldots \mp 1\right] = (-1)^r\left[-1+2-3+\ldots\ldots\pm r\right]$ $= \frac{2r+1-(-1)^r}{4}$ ist, so erhält man auch

$${}^mG_r = \left[m-(m-1)+(m-2)-\ldots\ldots\mp 1\right]\ \frac{2r+1-(-1)^r}{4} \text{ folglich}$$

$${}^mG_r = \frac{2m+1-(-1)^m}{4} \cdot \frac{2r+1-(-1)^r}{4}$$

Für $m = r \quad = 1$ wird ${}^1G_1 + {}^1G + G_1 + G = 1$.
Aber ${}^1G_1 = 1$; ${}^1G = 0$; $G_1 = 0$; $G = 0$;
daher $1 + 0 + 0 + 0 = 1$.

Für $m = 3$ und $r = 2$ wird ${}^3G_2 + {}^3G_1 + {}^2G_2 + {}^2G_1 = 3 \cdot 2$.
Aber ${}^3G_2 = 2$; ${}^3G_1 = 2$; ${}^2G_2 = 1$; ${}^2G_1 = 1$;
daher $2 + 2 + 1 + 1 = 6$.

Für $m = 7$ und $r = 6$ wird ${}^7G_6 + {}^7G_5 + {}^6G_6 + {}^6G_5 = 7 \cdot 6$.
Aber ${}^7G_6 = 12$; ${}^7G_5 = 12$; ${}^6G_6 = 9$; ${}^6G_5 = 9$;
daher $12 + 12 + 9 + 9 = 42$.

Sucht man die Funkzion aus welcher die gegebene Differenzgleichung entstanden ist und bemerkt dafs hier $a = b = c = 1$ ist, so wird

$\frac{P^1}{1 + x + y + xy}$ die gesuchte erzeugende Funkzion, und man findet nach §. 2 wegen ${}^mA = 0$ und $A_r = 0$

$$P^1 = \begin{cases} 1 \,.\, 1\, xy + 1 \,.\, 2\, x^2 y + 1 \,.\, 3\, x^3 y + 1 \,.\, 4\, x^4 y + 1 \,.\, 5 \,.\, x^5 y + \ldots\ldots \\ 2 \,.\, 1\, xy^2 + 2 \,.\, 2\, x^2 y^2 + 2 \,.\, 3\, x^3 y^2 + 2 \,.\, 4\, x^4 y^2 + 2 \,.\, 5\, x^5 y^2 + \ldots\ldots \\ 3 \,.\, 1\, xy^3 + 3 \,.\, 2\, x^2 y^3 + 3 \,.\, 3\, x^3 y^3 + 3 \,.\, 4\, x^4 y^4 + 3 \,.\, 5\, x^5 y^4 + \ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ m \,.\, 1\, xy^m + m \,.\, 2\, x^2 y^m + m \,.\, 3\, x^3 y^m + m \,.\, 4\, x^4 y^m + m \,.\, 5 \,.\, x^5 y^m + \ldots\ldots \end{cases}$$

Für verschiedene Werthe von ${}^mG_r$ erhält man nachstehende Tafel mit doppelten Eingängen

| ${}^mG_r$ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 ........ $r$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 ......... |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 ......... |
| 2 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 ......... |
| 3 | 0 | 2 | 2 | 4 | 4 | 6 | 6 | 8 | 8 | 10 ......... |
| 4 | 0 | 2 | 2 | 4 | 4 | 6 | 6 | 8 | 8 | 10 ......... |
| 5 | 0 | 3 | 3 | 6 | 6 | 9 | 9 | 12 | 12 | 15 ......... |
| 6 | 0 | 3 | 3 | 6 | 6 | 9 | 9 | 12 | 12 | 15 ......... |
| 7 | 0 | 4 | 4 | 8 | 8 | 12 | 12 | 16 | 16 | 20 ......... |
| ⋮ | . . . | . . . | . . . | . . . | . . . | . . . | . . . | . . . | . . . | . . . |
| $m$ | | | | | | | | | | |

## §. 10.

Zusatz. Es lassen sich nun noch die Fälle entwickeln, wenn von den Koeffizienten $a, b, c$ einer oder zwei $= 0$ werden, und es wird hinreichend seyn, den Fall $a = 0$, auseinander zu setzen. Es sei daher die Gleichung

$${}^mG_r + b \,.\, {}^{m-1}G_r + c \,.\, {}^{m-1}G_{r-1} = f\,(m, r)$$

zum integriren gegeben, so erhält man hier,

$${}^mA_r = f\,(m, r) \text{ und wegen } a = 0,\ {}^mB_r = m_r\, b^{m-r}\, c^r, \text{ daher}$$

$$
{}^{m}G_{r} = \left\{\begin{array}{l}
+ f(m, r) \\
- \left[b\ f(m-1, r) + \qquad c f(m-1, r-1)\right] \\
+ \left[b^2 f(m-2, r) + 2b\ \ c f(m-2, r-1) + \qquad c^2 f(m-2, r-2)\right] \\
- \left[b^3 f(m-3, r) + 3b^2\ c f(m-3, r-1) + 3b\, c^2 f(m-3, r-2) + c^3 f(m-3, r-3)\right] \\
\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
\pm \left[b^m f(0, r) + m b^{m-1} c f(0, r-1) + m_2\, b^{m-2} c^2 f(0, r-2) + \ldots\ldots + m_r\, b^{m-r} c^r f(0, 0)\right]
\end{array}\right\}
$$

Diesen Fall auf die besondere Gleichung

$$
{}^{m}G_{r} + b \ .\ {}^{m-1}G_{r} + c \ .\ {}^{m-1}G_{r-1} = (m+1)\ r
$$

angewandt, giebt $f(m, r) = (m+1)\ r$, daher wird hier

$$
{}^{m}G_{r} = \left\{\begin{array}{l}
+ (m+1)\ r \\
- \left[rb \ + \ (r-1) \ \ c\right]\ m \\
+ \left[rb^2 + 2\,(r-1)\ b\ \ c + \quad (r-2) \ \ c^2\right]\ (m-1) \\
- \left[rb^3 + 3\,(r-1)\ b^2\ c + 3_2\,(r-2)\ b\ c^2 + 3_3\,(r-3) \ \ c^3\right]\ (m-2) \\
+ \left[rb^4 + 4\,(r-1)\ b^3\ c + 4_2\,(r-2)\ b^2 c^2 + 4_3\,(r-3)\ b\ c^3 + 4_4\,(r-4) \ \ c^4\right]\ (m-3) \\
\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
\pm \left[rb^m + m\,(r-1)\ b^{m-1}\ c + m_2\,(r-2)\ b^{m-2}\ c^2 \ldots\ldots + m_{r-1}\ 1\ .\ b^{m-r+1}\ c^{r-1}\right]\ .\ 1
\end{array}\right\}
$$

Nun ist nach den Eigenschaften der Reihen mit Binomialkoeffizienten

$$
\begin{aligned}
rb^m + m\,(r-1)\ b^{m-1}\ c + m_2\,(r-2)\ b^{m-2}\ c^2 + \ldots\ldots + m_{r-1}\ 1\ .\ b^{m-r+1}\ c^{r-1} \\
= (rb + rc - mc)\ (b+c)^{m-1}
\end{aligned}
$$

Hierin nach einander $1, 2, 3, 4, \ldots\ldots$ statt $m$ gesetzt, so erhält man auch

$$
{}^{m}G_{r} = (m+1)\ r - \left\{\begin{array}{l}
+ (rb + rc - \ \ c)\ .\ m \\
- (rb + rc - 2c)\ \ (b+c) \quad (m-1) \\
+ (rb + rc - 3c)\ \ (b+c)^2 \ \ (m-2) \\
\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
\mp (rb + rc - mc)\ (b+c)^{m-1}\ .\ 1.
\end{array}\right\}
$$

Die vorstehende in Klammern befindliche arithmetische Reihe der zweiten Ordnung, könnte zwar auch summirt werden, weil aber dadurch für die Berechnung keine Abkürzung entsteht, so wird solche unverändert beibehalten werden.

Als Beispiel zur Berechnung sei

$$
{}^{m}G_{r} + 2\ .\ {}^{m-1}G_{r} + 3\ .\ {}^{m-1}G_{r-1} = (m+1)\ r
$$

gegeben, so wird hier $b = 2$ und $c = 3$, daher

$$^{m}G_r = r\,(m+1) - (5r-3)\,m + (5r-6)\,5\,(m-1) - (5r-9)\,5^2\,(m-2) + (5r-12)\,5^3\,(m-3) - \ldots\ldots$$

Hieraus folgt $^{0}G_r = r$ und $^{m}G_0 = 0$;

$$^{m}G_1 = 1\,(m+1) - 2m - 5\,(m-1) + 100\,(m-2) - 875\,(m-3) + 6250\,(m-4) - \ldots\ldots$$
$$^{m}G_2 = 2\,(m+1) - 7m + 20\,(m-1) - 25\,(m-2) - 250\,(m-3) + 3125\,(m-4) - \ldots\ldots$$
$$^{m}G_3 = 3\,(m+1) - 12m + 45\,(m-1) - 150\,(m-2) + 375\,(m-3) - 0\,(m-4) - \ldots\ldots$$
$$^{m}G_4 = 4\,(m+1) - 17m + 70\,(m-1) - 275\,(m-2) + 1000\,(m-3) - 3125\,(m-4) + \ldots\ldots$$
$$^{m}G_5 = 5\,(m+1) - 22m + 95\,(m-1) - 400\,(m-2) + 1625\,(m-3) - 6250\,(m-4) + \ldots\ldots$$

u. s. w. Man erhält daher nachstehende Tafel.

| $^{m}G_r$ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 ..... $r$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | + 1 | + 2 | + 3 | + 4 | + 5 | + 6 | + 7 ...... |
| 1 | 0 | 0 | — 3 | — 6 | — 9 | — 12 | — 15 | — 18 ...... |
| 2 | 0 | — 6 | + 12 | + 30 | + 48 | + 66 | + 84 | + 102 ...... |
| 3 | 0 | + 88 | + 2 | — 84 | — 170 | — 256 | — 342 | — 428 ...... |
| 4 | 0 | — 693 | — 258 | + 177 | + 612 | + 1047 | + 1482 | + 1917 ...... |
| 5 | 0 | + 1776 | + 2607 | + 438 | — 1731 | — 3900 | — 6069 | — 8238 ...... |
| ⋮ | . . . . | . . . . | . . . . | . . . . | . . . . | . . . . | . . . . | . . . . |
| $m$ | | | | | | | | |

Für verschiedene Werthe von $m$ und $r$ erhält man

$$^{5}G_3 + 2\,.\,^{4}G_3 + 3\,.\,^{4}G_2 = 6\,.\,3 \text{ oder}$$
$$+ 438 + 2\,.\,177 - 3\,.\,258 = 18.$$
$$^{5}G_6 + 2\,.\,^{4}G_6 + 3\,.\,^{4}G_5 = 6\,.\,6 \text{ oder}$$
$$- 6069 + 2\,.\,1482 + 3\,.\,1047 = 36.$$

## §. 11.

**Aufgabe.** Die gegebene partielle Differenzgleichung

$$^{m}G_r + a\,.\,^{m}G_{r-1} + b\,.\,^{m-1}G_r + c\,.\,^{m-1}G_{r-1} = 0$$

zu integriren, wenn $^{m}G$ und $G_r$ gegeben sind, oder willkührlich angenommen werden.

**Auflösung.** Die gegebene Gleichung mit (I) §. 8 verglichen, giebt hier $^{m}A_r = 0$, dagegen wird nach der dortigen Entwickelung:

$$^{m}A = {}^{m}G + b\,.\,^{m-1}G \text{ und } A_r = G_r + a\,.\,G_{r-1}$$

daher nach §. 2

$$ {}^{m}G_r = \begin{cases} + {}^{m}A \,.\, B_r - {}^{m-1}A \,.\, {}^{1}B_r + {}^{m-2}A \,.\, {}^{2}B_r - \ldots\ldots + (-1)^m \,.\, A \,.\, {}^{m}B_r \\ + (-1)^m \left[ A_r \,.\, {}^{m}B + A_{r-1} \,.\, {}^{m}B_1 + A_{r-2} \,.\, {}^{m}B_2 + \ldots\ldots + A_1 \,.\, {}^{m}B_{r-1} \right] \end{cases} $$

wo

$$ {}^{m}B_r = (-1)^r \Big[ (r+m)_m \; a^r b^m - (r+m-1)_m \; m\, a^{r-1} \; b^{m-1} \; c \\ + (r+m-2)_m \; m_2 \; a^{r-2} \; b^{m-2} \; c^2 - \ldots\ldots \pm m_r \; b^{m-r} \; c^r \Big] \text{ ist.} $$

Auch erhält man für den Zähler des erzeugenden Bruchs:

$$ P^1 = \begin{cases} A + A_1\, x + A_2\, x^2 + A_3\, x^3 + A_4\, x^4 + A_5\, x^5 + \ldots\ldots \\ + {}^{1}A\; y + {}^{2}A\; y^2 + {}^{3}A\; y^3 + {}^{4}A\; y^4 + {}^{5}A\; y^5 + \ldots\ldots \end{cases} $$

Beispiel. Die zum integriren gegebene Differenzgleichung sei

$$ {}^{m}G_r + {}^{m}G_{r-1} + {}^{m-1}G_r + {}^{m-1}G_{r-1} = 0. $$

Ferner sei ${}^{m}G = m$ und $G_r = r^2$ gegeben, so wird

$$ {}^{m}A = {}^{m}G + {}^{m-1}G = m + m - 1 = 2m - 1, $$

$$ A_r = G_r + G_{r-1} = r^2 + (r-1)^2 = 2r\,(r-1) + 1 = 4\,r_2 + 1 \text{ und} $$

$$ {}^{m}B_r = (-1)^r \left[ (r+m)_m - (r+m-1)_m + \ldots\ldots \pm m_r \right] = (-1)^r \text{ daher} $$

$$ {}^{m}B_0 = 1\,;\; {}^{m}B_1 = -1\,;\; {}^{m}B_2 = 1\,;\; {}^{m}B_3 = -1\,;\; \text{u. s. w.} $$

Ferner ist nach §. 8. ${}^{0}A = {}^{0}G$ und $A_0 = G_0$ daher ${}^{0}A = A_0 = 0$, folglich

$$ {}^{m}G_r = \begin{cases} + (-1)^r \Big[ (2m-1) - (2m-3) + (2m-5) - (2m-7) + \ldots\ldots + 3\,.\,(-1)^{m-2} \\ \qquad + 1\,.\,(-1)^{m-1} \Big] \\ + (-1)^m \Big\{ (4r_2+1) - \left[4(r-1)_2+1\right] + \left[4(r-2)_2+1\right] - \ldots\ldots + \left[4\,.\,2_2+1\right](-1)^{r-2} \\ \qquad + \left[4\,.\,1_2+1\right](-1)^{r-1} \Big\} \end{cases} $$

Durch Summirung dieser Reihen erhält man

$$ m = (2m-1) - (2m-3) + (2m-5) - \ldots\ldots \pm 3 \mp 1 $$

$$ \frac{r^2}{4} - \frac{1-(-1)^r}{8} = r_2 - (r-1)_2 + (r-2)_2 - (r-3)_2 + \ldots\ldots + 2_2\,(-1)^r \text{ und} $$

$$ \frac{1-(-1)^r}{2} = 1 - 1 + 1 - 1 + 1 - 1 + \ldots\ldots + 1\,.\,(-1)^{r-1}, \text{ daher wird auch} $$

$$ {}^{m}G_r = m\,(-1)^r + \left[ r^2 - \frac{1-(-1)^r}{2} \right] (-1)^m + \frac{1-(-1)^r}{2}\,(-1)^m \text{ oder auch} $$

$$ {}^{m}G_r = m\,(-1)^r + r^2\,(-1)^m $$

Berechnet man hiernach verschiedene Werthe von ${}^{m}G_r$, so entsteht folgende Tafel.

| ${}^{m}G_r$ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7...... $r$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | + 1 | + 4 | + 9 | + 16 | + 25 | + 36 | + 49....... |
| 1 | 1 | — 2 | — 3 | — 10 | — 15 | — 26 | — 35 | — 50....... |
| 2 | 2 | — 1 | + 6 | + 7 | + 18 | + 23 | + 38 | + 47....... |
| 3 | 3 | — 4 | — 1 | — 12 | — 13 | — 28 | — 33 | — 52....... |
| ⋮ | ............ | | | | | | | |
| $m$ | | | | | | | | |

Für den Zähler des erzeugenden Bruchs erhält man

$$P^1 = \begin{cases} + x + 5x^2 + 13x^3 + 25x^4 + 41x^5 + 60x^6 + \ldots\ldots \\ + y + 3y^2 + 5y^3 + 7y^4 + 9y^5 + 11y^6 + \ldots\ldots \end{cases}$$

## §. 12.

Zusatz. Werden nach einander $a$, $b$, $c = 0$ gesetzt, so entstehen folgende Ausdrücke.

Für $a = 0$ wird

$$\text{(I)}\quad {}^{m}G_r + b\,.\,{}^{m-1}G_r + c\,.\,{}^{m-1}G_{r-1} = 0$$

${}^{m}A = {}^{m}G + b\,.\,{}^{m-1}G;\ \ A_r = G_r;\ \ {}^{0}A = {}^{0}G.$

${}^{m}B_r = m_r\,b^{m-r}\,c^r$, also ${}^{m}B = b^m$; ${}^{m}B_1 = m\,b^{m-1}\,c$; ${}^{m}B_2 = m_2\,b^{m-2}\,c^2$; ...... ${}^{m}B_m = c^m$, wogegen ${}^{m}B_r = 0$ für $r > m$ wird. Hiernach erhält man

$${}^{m}G_r = \begin{cases} + (-1)^r\left[{}^{m-r}A\,.\,{}^{r}B_r - {}^{m-r-1}A\,.\,{}^{r+1}B_r + {}^{m-r-2}A\,.\,{}^{r+2}B_r - \ldots\ldots \right. \\ \left. \qquad\qquad + (-1)^{m-r}\,A\,.\,{}^{m}B_r\right] \\ + (-1)^m\left[A_r\,.\,{}^{m}B + A_{r-1}\,.\,{}^{m}B_1 + A_{r-2}\,.\,{}^{m}B_2 - \ldots\ldots + A_1\,.\,{}^{m}B_{r-1}\right] \end{cases} \text{ oder}$$

$$G_r = \begin{cases} + (-1)^r\left[c^r\,.\,{}^{m-r}A - (r+1)\,bc^r\,.\,{}^{m-r-1}A + (r+2)_2\,b^2\,c^r\,.\,{}^{m-r-2}A - \ldots\ldots \right. \\ \left. \qquad\qquad + (-1)^{m-r}\,m_r\,b^{m-r}\,c^r\,.\,A\right] \\ + (-1)^m\left[b^m\,.\,A_r + m\,b^{m-1}\,c\,.\,A_{r-1} + m_2\,b^{m-2}\,c^2\,.\,A_{r-2} + \ldots\ldots\ldots \right. \\ \left. \qquad\qquad + m_{r-1}\,b^{m-r+1}\,c^{r-1}\,.\,A_1\right] \end{cases}$$

Für $b = 0$ wird

$$\text{(II)} \quad {}^mG_r + a \,.\, {}^mG_{r-1} + c \,.\, {}^{m-1}G_{r-1} = 0$$

${}^mA = {}^mG$; $A_r = G_r + a \,.\, G_{r-1}$; $B_r = a^r\,(-1)^r$; ${}^1B_r = -\,ra^{r-1}\,c\,(-1)^r$; ${}^2B_r = r_2\,a^{r-2}\,c^2\,(-1)^r$; ..... ${}^rB_r = c^r$ und ${}^mB_r = 0$ für $m > r$ folglich

${}^mG_r = {}^mA \,.\, B_r - {}^{m-1}A \,.\, {}^1B_r + {}^{m-2}A \,.\, {}^2B_r - \ldots\ldots + (-1)^r \,.\, {}^{m-r}A \,.\, {}^rB_r$ oder

$$ {}^mG_r = (-1)^r \Big[a^r \,.\, {}^mG + ra^{r-1}\,c \,.\, {}^{m-1}G + r_2\,a^{r-2}\,c^2 \,.\, {}^{m-2}G + \ldots\ldots\ldots + c^r \,.\, {}^{m-r}G\Big]$$ oder auch

$$ {}^mG_r = (-a)^r \left[{}^mG + r\,\frac{c}{a} \,.\, {}^{m-1}G + r_2\,\frac{c^2}{a^2} \,.\, {}^{m-2}G + r_3\,\frac{c^3}{a^3} \,.\, {}^{m-3}G + \ldots\ldots\ldots + \frac{c^r}{a^r} \,.\, {}^{m-r}G\right]$$

Für $c = 0$ wird

$$\text{(III)} \quad {}^mG_r + a \,.\, {}^mG_{r-1} + b \,.\, {}^{m-1}G_r = 0$$

${}^mA = {}^mG + b \,.\, {}^{m-1}G$; $A_r = G_r + a \,.\, G_{r-1}$; ${}^0A = {}^0G$. ${}^mB_r = (-1)^r\,(r+m)_m\,a^r\,b^m$ folglich

$$ {}^mG_r = \left\{\begin{matrix} + (-a)^r \Big[{}^mA - (r+1)\,b \,.\, {}^{m-1}A + (r+2)_2\,b^2 \,.\, {}^{m-2}A - \ldots\ldots\ldots + (-1)^m\,(r+m)_m\,b^m \,.\, A\Big] \\ + (-b)^m \Big[A_r - (m+1)\,a\;A_{r-1} + (m+2)_2\,a^2\;A_{r-2} - \ldots\ldots\ldots - (-1)^r\,(m+r-1)_{r-1}\,a^{r-1} \,.\, A_1\Big] \end{matrix}\right\}$$

In (I) $b = 0$ oder in (II) $a = 0$ gesetzt, giebt

$$\text{(IV)} \quad {}^mG_r + c \,.\, {}^{m-1}G_{r-1} = 0$$

$$ {}^mG_r = (-1)^r \,.\, c^r \,.\, {}^{m-r}G.$$

1. Beispiel. Die Gleichung.

$$ {}^mG_r - {}^{m-1}G_r - {}^{m-1}G_{r-1} = 0$$

zu integriren, wenn ${}^mG = 1$ und $G_r = 0$ gegeben ist, wird hier. nach (I)

$b = -1$; $c = -1$; ${}^mA = 0$, $A_r = 0$; ${}^0A = 1$ also

${}^mG_r = (-1)^r\,(-1)^{m-r}\,m_r\,(-1)^{m-r}\,(-1)^r$ folglich

${}^mG_r = m_r$, wie bei Lagrange §. 10 a. a. O.

Der erzeugende Bruch ist hier $= \dfrac{1}{1 - y - xy}$.

2. **Beispiel.** Die Gleichung

$$ {}^{m}G_{r} - \left(1 - \frac{1}{n}\right) . \; {}^{m}G_{r-1} - \frac{1}{n} \; {}^{m-1}G_{r-1} = 0 $$

zu integriren wird hier nach (II) $a = -\left(1 - \frac{1}{n}\right)$ und $b = -\frac{1}{n}$ also $\frac{c}{a} = \frac{1}{n-1}$ daher

$$ {}^{m}G_{r} = \left(1 - \frac{1}{n}\right)^{r} \Big[ {}^{m}G + \frac{r}{n-1} \cdot {}^{m-1}G + \frac{r_2}{(n-1)^2} \cdot {}^{m-2}G + \frac{r_3}{(n-1)_3} \cdot {}^{m-3}G + \ldots $$
$$ + \frac{r_r}{(n-1)^r} \cdot {}^{m-r}G \Big] $$

wie bei **Lagrange** §. 64. a. a. O.

## §. 13.

Es bleibt nun noch eine scheinbare Schwierigkeit für den besondern Fall zu heben, daſs die partielle Differenzgleichung

$$ {}^{m}G_{r-1} + b \, . \, {}^{m-1}G_{r} + c \, . \, {}^{m-1}G_{r-1} = f(m; r) $$

zum integriren gegeben ist, weil diese Gleichung aus den vorhergehenden Entwickelungen nicht abgeleitet werden kann. Wird hiernach die Gleichung $\frac{P^1}{x + by + cxy} = Q^1$ als Grundlage zur Entwickelung angenommen, so kann $P^1 = P + P_1 y + P_2 y^2 + P_3 y^3 + \ldots$ oder $Q^1 = Q + Q_1 y + Q_2 y^2 + Q_3 y^3 + \ldots$ als gegeben vorausgesetzt werden. Es sei daher

$$ Q^1 = \left\{ \begin{array}{ll} G + G_1 x + G_2 x^2 + G_3 x^3 + \ldots\ldots & = Q \\ ({}^1G + {}^1G_1 x + {}^1G_2 x^2 + {}^1G_3 x^3 + \ldots\ldots) \, y & = Q_1 y \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & \\ ({}^mG + {}^mG_1 x + {}^mG_2 x^2 + {}^mG_3 x^3 + \ldots\ldots) \, y^m & = Q_m y^m \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & \end{array} \right\} $$

so erhält man aus $(x + by + cxy) \; Q^1 = P^1$ oder

$$ P^1 = \left\{ \begin{array}{ll} Ax + A_1 x^2 + A_2 x^3 + A_3 x^4 + \ldots\ldots & = P \\ ({}^1A + {}^1A_1 x + {}^1A_2 x^2 + {}^1A_3 x^3 + \ldots\ldots) \, y & = P_1 y \\ ({}^2A x^{-1} + {}^2A_1 + {}^2A_2 x + {}^2A_3 x^2 + \ldots\ldots) \, y^2 & = P_2 y^2 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & \\ ({}^mA x^{1-m} + {}^mA_1 x^{2-m} + {}^mA_2 x^{3-m} + {}^mA_3 x^{4-m} + \ldots\ldots) \, y^m & = P_m y^m \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & \end{array} \right\} $$

Man setze $b + cx = \beta$, so wird $Q^1 = \frac{P^1}{x + \beta y}$ oder

$$Q^1 = P^1 \left[\frac{1}{x} - \frac{\beta y}{x^2} + \frac{\beta^2 y^2}{x^3} - \frac{\beta^3 y^3}{x^4} + \cdots\cdots + (-1)^m \frac{\beta^m y^m}{x^{m+1}} + \cdots\cdots\right]$$

daher eben so wie §. 2 der zu $y^m$ gehörige Koeffizient $Q^1 K_m$ oder

$$Q_m = P_m\, x^{-1} - P_{m-1}\, \beta x^{-2} + P_{m-2}\, \beta^2\, x^{-3} - \cdots\cdots + (-1)^m\, P \beta^m\, x^{-m-1}.$$

Diese Glieder in Reihen aufgelöst und nach den steigenden Potenzen von $x$ geordnet, so findet man den zu $x^r$ gehörigen Koeffizienten

$$(Q_m)\, K_r = \left(\frac{P_m}{x}\right) K_{m+r} - \left(\frac{P_{m-1}\beta}{x^2}\right) K_{m+r} + \left(\frac{P_{m-2}\beta^2}{x^3}\right) K_{m+r} - \cdots\cdots$$
$$+ (-1)^m \left(\frac{P\beta^m}{x^{m+1}}\right) K_{m+r} \quad [\mathrm{I}]$$

Ferner ist, wenn $n$ eine positive ganze Zahl bedeutet, $\frac{(b + cx)^n}{x^{n+1}}$ oder

$$\frac{\beta^n}{x^{n+1}} = b^n\, x^{-n-1} + n b^{n-1}\, c x^{-n} + n_2\, b^{n-2}\, c^2\, x^{1-n} + \cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$+ n_r\, b^{n-r}\, c^r\, x^{r-n-1} + \cdots\cdots + n_n\, c^n\, x^{-1}$$

oder wenn man $n_r\, b^{n-r}\, c^r = {}^nB_r$ setzt

$$\frac{\beta^n}{x^{n+1}} = {}^nB x^{-n-1} + {}^nB_1\, x^{-n} + {}^nB_2\, x^{1-n} + \cdots\cdots + {}^nB_r\, x^{r-n-1} + \cdots\cdots + {}^nB_n x^{-1}$$

Diese Reihe mit

$$P_{m-n} = {}^{m-n}A\,.\,x^{n+1-m} + {}^{m-n}A_1\,.\,x^{n+2-m} + {}^{m-n}A_2\, x^{n+3-m} + \cdots\cdots$$

multiplizirt und nach den steigenden Potenzen von $x$ geordnet, giebt den zu $x^r$ gehörigen Koeffizienten

$$\left(\frac{P_{m-n}\beta^n}{x^{n+1}}\right) K_{m+r} = {}^{m-n}A_{m+r}\,.\,{}^nB + {}^{m-n}A_{m+r-1}\,.\,{}^nB_1 + {}^{m-n}A_{m+r-2}\,.\,{}^nB_2 + \cdots$$
$$+ {}^{m-n}A_{m+r-n}\,.\,{}^nB_n$$

und hieraus

$$\left(\frac{P_m}{x}\right) K_{m+r} = {}^mA_{m+r}\,.\,B$$

$$\left(\frac{P_{m-1}\beta}{x^2}\right) K_{m+r} = {}^{m-1}A_{m+r}\,.\,{}^1B + {}^{m-1}A_{m+r-1}\,.\,{}^1B_1$$

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

$$\left(\frac{P\beta^m}{x^{m+1}}\right) K_{m+r} = A_{m+r}\,.\,{}^mB + A_{m+r-1}\,.\,{}^mB_1 + A_{m+r-2}\,.\,{}^mB_2 + \cdots + A_r\,.\,{}^mB_m$$

oder nach [I] und weil $(Q_m)\, K_r = {}^mG_r$ ist

$$\text{(I)}\ {}^mG_r = \left\{\begin{array}{l} +\ {}^mA_{m+r}\ .\ B \\ -\left[{}^{m-1}A_{m+r}\ .\ {}^1B + {}^{m-1}A_{m+r-1}\ .\ {}^1B_1\right] \\ +\left[{}^{m-2}A_{m+r}\ .\ {}^2B + {}^{m-2}A_{m+r-1}\ .\ {}^2B_1 + {}^{m-2}A_{m+r-2}\ .\ {}^2B_2\right] \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ -(-1)^m\left[{}^1A_{m+r}\ .{}^{m-1}B + {}^1A_{m+r-1}\ .{}^{m-1}B_1 + \dots + {}^1A_{r+1}\ .{}^{m-1}B_{m-1}\right] \\ +(-1)^m\left[A_{m+r}\ .\ {}^mB + A_{m+r-1}\ .\ {}^mB_1 + A_{m+r-2}\ {}^mB_2 + \dots\dots \right. \\ \qquad\qquad \left. + A_r\ .\ {}^mB_m\right] \end{array}\right\}$$

Ferner findet man aus $P^1 = (x + by + cxy)\ Q^1$

$$P_m = x\,Q_m + (b + cx)\ Q_{m-1} \text{ oder}$$

$$P_m = \left\{\begin{array}{l|l|l|l} b\,.\,{}^{m-1}G + b\,.\,{}^{m-1}G_1 & x + b\,.\,{}^{m-1}G_2 & x^2 + \dots + b\,.\,{}^{m-1}G_r & x^r + \dots \text{ und weil} \\ \quad + c\,.\,{}^{m-1}G & \quad + c\,.\,{}^{m-1}G_1 & \quad + c\,.\,{}^{m-1}G_{r-1} & \\ \quad + \ {}^mG & \quad + \ {}^mG_1 & \quad + \ {}^mG_{r-1} & \end{array}\right.$$

$$P_m = {}^mA\,x^{1-m} + {}^mA_1\ x^{2-m} + {}^mA_3\ x^{3-m} + \dots\dots + {}^mA_{m-1}\ x^0 + {}^mA_m\ x$$
$$+ {}^mA_{m+1}\ x^2 + \dots\dots + {}^mA_{m+r-1}\ x^r + \dots\dots$$

so folgt aus der Vergleichung beider Ausdrücke

$$\text{(II)}\quad {}^mA_{m+r-1} = {}^mG_{r-1} + b\,.\,{}^{m-1}G_r + c\,.\,{}^{m-1}G_{r-1}$$

und wenn man in (I) die entsprechenden Werthe $B = 1$; ${}^1B = b$; ${}^1B_1 = c$; ${}^2B = b^2$; ${}^2B_1 = 2bc$; ...... ${}^nB_r = n_r\,b^{n-r}\,c^r$ setzt, so findet man auch

$$\text{(III)}\ {}^mG_r = \left\{\begin{array}{l} +\ {}^mA_{m+r} \\ -\left[b\ .\ {}^{m-1}A_{m+r} + c\ .\ {}^{m-1}A_{m+r-1}\right] \\ +\left[b^2\ .\ {}^{m-2}A_{m+r} + 2bc\ .\ {}^{m-2}A_{m+r-1} + c^2\ .\ {}^{m-2}A_{m+r-2}\right] \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ -(-1)^m\left[b^{m-1}\ .\ {}^1A_{m+r} + (m-1)\ b^{m-2}\ c\ .\ {}^1A_{m+r-1} + \dots + c^{m-1}\ .\ {}^1A_{r+1}\right] \\ +(-1)^m\left[b^m\ .\ A_{m+r} + m\,b^{m-1}\ c\ .\ A_{m+r-1} + m_2\ b^{m-2}\ c^2\ .\ A_{m+r-2} + \dots\dots \right. \\ \qquad\qquad \left. + c^m\ .\ A_r\right] \end{array}\right\}$$

## §. 14.

**Aufgabe.** Die gegebene partielle Differenzgleichung

$${}^mG_{r-1} + b\,.\,{}^{m-1}G_r + c\,.\,{}^{m-1}G_{r-1} = f(m,r)$$

zu integriren, wenn $f(m,r)$ irgend eine Funkzion von $m$ und $r$ ist.

**Auflösung.** Man setze ${}^mA_{m+r-1} = f(m,r)$, so wird ${}^mA_{m+r} = f(m,r+1)$; ${}^{m-1}A_{m+r} = f(m-1,r+2)$; ${}^{m-2}A_{m+r} = f(m-2,r+3)$; ....... ${}^1A_{m+r}$

$= f(1, m+r)$; $A_{m+r} = f(0, m+r+1)$. Diese Werthe in (III) §. 13 gesetzt, geben

$$
{}^{m}G_{r} = \left\{
\begin{array}{l}
\quad + \; f(m, r+1) \\
\quad - \left[b\, f(m-1, r+2) + c f(m-1, r+1)\right] \\
\quad + \left[b^{2} f(m-2, r+3) + 2bc f(m-2, r+2) + c^{2} f(m-2, r+1)\right] \\
\quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\
- (-1)^{m} \left[b^{m-1} f(1, m+r) + (m-1)\, b^{m-2}\, c f(1, m+r-1) + \dots\dots + c^{m-1} f(1, r+1)\right] \\
+ (-1)^{m} \left[b^{m} f(0, m+r+1) + m\, b^{m-1}\, c f(0, m+r) + m_{2}\, b^{m-2}\, c^{2} f(0, m+r-1) + \dots\dots \right. \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad \left. + c^{m} f(0, r+1)\right]
\end{array}
\right\}
$$

**Beispiel.** Die Differenzgleichung ${}^{m}G_{r-1} + {}^{m-1}G_{r} + {}^{m-1}G_{r-1} = m \,.\, r$ zu integriren, wird hier $b = c = 1$ und $f(m, r) = m \,.\, r$ also $f(0, r) = 0$, daher

$$
{}^{m}G_{r} = m\,(r+1) - (m-1)\,(2r+3) + 4\,(m-2)\,(r+2) - 4\,(m-3)\,(2r+5) + 16\,(m-4)\,(r+3) - 16\,(m-5)\,(2r+7) + \dots\dots\dots
$$

und es wird hiernach

$$
G_{r} = 0;\;\; {}^{1}G_{r} = r + 1;\;\; {}^{2}G_{r} = -1;\;\; {}^{3}G_{r} = 3r + 5;\;\; {}^{4}G_{r} = -2r - 9;\;\; {}^{5}G_{r} = 9r + 25;\; \text{u. s. w.}
$$

Für $m = 5$ erhält man

$$
{}^{5}G_{r-1} + {}^{4}G_{r} + {}^{4}G_{r-1} = 5 \,.\, r \text{ oder}
$$

$$
9r + 16 - 2r - 9 - 2r - 7 = 5 \,.\, r
$$

auch entsteht für verschiedene Werthe von $m$ und $r$ nachstehende Tafel

| ${}^{m}G_{r}$ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 ....... $r$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 ........ |
| 1 | + 1 | + 2 | + 3 | + 4 | + 5 | + 6 | + 7 | + 8 ........ |
| 2 | − 1 | − 1 | − 1 | − 1 | − 1 | − 1 | − 1 | − 1 ........ |
| 3 | + 5 | + 8 | + 11 | + 14 | + 17 | + 20 | + 23 | + 26 ........ |
| 4 | − 9 | − 11 | − 13 | − 15 | − 17 | − 19 | − 21 | − 23 ........ |
| 5 | + 25 | + 34 | + 43 | + 52 | + 61 | + 70 | + 79 | + 88 ........ |
| ⋮ | . . . | . . . | . . . | . . . | . . . | . . . | . . . | . . . |
| $m$ | | | | | | | | |

## §. 15.

**Aufgabe.** Die gegebene partielle Differenzgleichung

$$^{m}G_{r-1} + b \,.\, ^{m-1}G_{r} + c \,.\, ^{m-1}G_{r-1} = 0$$

zu integriren, wenn der Werth für $G_r$ gegeben ist, oder willkührlich angenommen wird.

**Auflösung.** Es ist nach (II) §. 13. $^{m}A_{m+r-1} = {}^{m}G_{r-1} + b \,.\, ^{m-1}G_{r} + c \,.\, ^{m-1}G_{r-1}$ und wenn man hierin $m = 0$, dann $r = 0$ setzt, so findet man

$$A_{r-1} = G_{r-1} \text{ und } ^{m}A_{m-1} = b \,.\, ^{m-1}G_{r}$$

daher wenn $^{m}A_{m+r-1} = 0$ gesetzt wird, so wird zugleich erfordert, dafs $A_{r-1}$ und $^{m}A_{m-1}$ die vorstehende Werthe behalten. Man erhält daher nach (III) §. 13.

$$^{m}G_{r} = (-1)^{m}\left[b^{m} \,.\, A_{m+r} + m b^{m-1} c \,.\, A_{m+r-1} + \cdots\cdots + c^{m} \,.\, A_{r}\right]$$

oder wegen $A_r = G_r$; $A_{m+r} = G_{m+r}$; ........

$$^{m}G_{r} = (-1)^{m}\left[b^{m} \,.\, G_{m+r} + m b^{m-1} c \,.\, G_{m+r-1} + m_{2} b^{m-2} c^{2} \,.\, G_{m+r-2} + \cdots\cdots + c^{m} G_{r}\right]$$

Hieraus findet man

$$\begin{aligned}
G_{r} &= G_{r} \\
^{1}G &= -b \,.\, G_{r+1} - c \,.\, G_{r} \\
^{2}G_{r} &= b^{2} \,.\, G_{r+2} + 2b\,c \,.\, G_{r+1} + c^{2} \,.\, G_{r} \\
^{3}G_{r} &= -b^{3} \,.\, G_{r+3} - 3b^{2}c \,.\, G_{r+2} - 3bc^{2} \,.\, G_{r+1} - c^{3} \,.\, G_{r}
\end{aligned}$$

u. s. w.

**Beispiel.** Die Differenzgleichung $^{m}G_{r-1} + 2 \,.\, ^{m-1}G_{r} + 3 \,.\, ^{m-1}G_{r-1} = 0$ zu integriren, wenn $G_r = 4r$ gegeben ist, wird hier $G_r = 4r$; $^{1}G_{r} = -4(2+5r)$; $^{2}G_{r} = 20(4+5r)$; $^{3}G_{r} = -100(6+5r)$; u.s.w. also für $m = 3$

$$^{3}G_{r-1} + 2 \,.\, ^{2}G_{r} + 3 \,.\, ^{2}G_{r-1} = 0 \text{ oder auch}$$

$$-100\,(1+5r) + 2 \,.\, 20\,(4+5r) + 3 \,.\, 20\,(5r-1) = 0.$$

## §. 16.

Die vorstehenden Untersuchungen lassen sich noch durch eine ähnliche Behandlung auf partielle Differenzgleichungen anwenden,

deren Index $m$ und $r$ noch in andern als den gegebenen Beziehungen gegen einander stehen. Setzt man den Nenner der erzeugenden Funkzion

$$= (1 + ax + bx^2 + cx^3 + \cdots\cdots) + (d + ex + gx^2 + hx^3 + \cdots\cdots)\, y$$

so wird eben so wie §. 8

$$P' = \left[1 + ax + bx^2 + cx^3 + \cdots\cdots + (d + ex + gx^2 + hx^3 + \cdots\cdots)\, y\right] Q'$$

und wenn ${}^{m}A_{\varrho}$ den zu $x^r$ gehörigen Koeffizienten der Reihe $P_m$ bezeichnet

$$\begin{aligned} {}^{m}A_r = {}^{m}G_r + a \,.\, {}^{m}G_{r-1} + b \,.\, {}^{m}G_{r-2} + c \,.\, {}^{m}G_{r-3} + \cdots\cdots\cdots\cdots \\ + d \,.\, {}^{m-1}G_r + e \,.\, {}^{m-1}G_{r-1} + g \,.\, {}^{m-1}G_{r-2} + \cdots\cdots\cdots\cdots \end{aligned}$$

woraus der Zusammenhang zwischen dem Nenner der erzeugenden Funkzion und den Gliedern der Differenzgleichung hervor geht.

Sucht man daher das Integral der Gleichung

$${}^{m}G_r + b \,.\, {}^{m}G_{r-2} + d \,.\, {}^{m-1}G_r + h \,.\, {}^{m-1}G_{r-3} = f\,(m, r)$$

so ist der Nenner der erzeugenden Funkzion $= 1 + bx^2 + (d + hx^3)\, y$.

Eben so wird für ${}^{m}G_{r-1} + d \,.\, {}^{m-1}G_r + g \,.\, {}^{m-1}G_{r-2} = f(m, r)$ der zugehörige Nenner $= x + (d + gx^2)\, y$.

## §. 17.

**Aufgabe.** Die partielle Differenzgleichung

$${}^{m}G_{r-1} + b \,.\, {}^{m-1}G_r + c \,.\, {}^{m-1}G_{r-2} = f\,(m, r)$$

zu integriren, wenn $f\,(m, r)$ irgend eine gegebene Funkzion von $m$ und $r$ bedeutet.

**Auflösung.** Man setze

$$\frac{P + P_1 y + P_2 y^2 + \cdots\cdots}{x + by + cx^2 y} = Q' = Q + Q_1 y + Q_2 y^2 + \cdots\cdots$$

$Q_m = {}^{m}G + {}^{m}G_1\, x + {}^{m}G_2\, x^2 + \cdots\cdots$ so findet man wie §. 13.

$P_m = {}^{m}A\, x^{1-m} + {}^{m}A_1\, x^{2-m} + {}^{m}A_2\, x^{3-m} + {}^{m}A_4\, x^{4-m} + \cdots\cdots$ und wenn man $b + cx^2 = \beta$ setzt

$$Q' = P' \left[\frac{1}{x} - \frac{\beta y}{x^2} + \frac{\beta^2 y^2}{x^3} - \frac{\beta^3 y^3}{x^4} + \cdots\cdots + (-1)^m \frac{\beta^m y^m}{x^{m+1}} + \cdots\cdots\right]$$

daher eben so wie §. 2 den zu $y^m$ gehörigen Koeffizienten $Q^1 K_m$ oder

$$Q_m = P_m\, x^{-1} - P_{m-1}\, \beta\, x^{-2} + P_{m-2}\, \beta^2\, x^{-3} - \ldots\ldots + (-1)^m\, P\, \beta^m\, x^{-m-1}.$$

Diese Glieder, in Reihen aufgelöst und nach den steigenden Potenzen von $x$ geordnet, geben den zu $x^r$ gehörigen Koeffizienten

$$(Q_m)\, K_r = \left(\frac{P^m}{x}\right) K_{m+r} - \left(\frac{P_{m-1}\,\beta}{x^2}\right) K_{m+r} + \left(\frac{P_{m-2}\,\beta^2}{x^3}\right) K_{m+r} - \ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$+ (-1)^m \left(\frac{P\,\beta^m}{x^{m+1}}\right) K_{m+r}. \qquad [I]$$

Bedeutet $n$ eine positive ganze Zahl, so wird $\frac{(b+cx^2)^n}{x^{n+1}}$ oder

$$\frac{\beta^n}{x^{n+1}} = b^n\, x^{n-1} + n\, b^{n-1}\, c\, x^{1-n} + n_2\, b^{n-2}\, c^2\, x^{3-n} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$+ n_r\, b^{n-r}\, c^r\, x^{2r-1-n} + \ldots\ldots + c^n\, x^{n-1}$$

und wenn man $n_r\, b^{n-r}\, c^r = {}^nB_r$ setzt

$$\frac{\beta^n}{x^{n+1}} = {}^nB\, x^{-n-1} + {}^nB_1\, x^{1-n} + {}^nB_2\, x^{3-n} + \ldots\ldots + {}^nB_r\, x^{2r-1-n} + \ldots\ldots$$
$$+ {}^nB_n\, x^{n-1}.$$

Diese Reihe mit

$$P_{m-n} = {}^{m-n}A\, x^{n+1-m} + {}^{m-n}A_1\, x^{n+2-m} + \ldots\ldots + {}^{m-n}A_{m+r}\, x^{n+r-m} + \ldots\ldots$$

multiplizirt und nach den Potenzen von $x$ geordnet, giebt den zu $x^r$ gehörigen Koeffizienten

$$\left(\frac{P_{m-n}\,\beta^n}{x^{n+1}}\right) K_{m+r} = {}^{m-n}A_{m+r}\,.\,{}^nB + {}^{m-n}A_{m+r-2}\,.\,{}^nB_1 + {}^{m-n}A_{m+r-4}\,.\,{}^nB_2$$
$$+ {}^{m-n}A_{m+r-6}\,.\,{}^nB_3 + \ldots\ldots$$

wo die Reihe entweder bei ${}^nB_n$ oder auch, wenn $m+r$ gerade ist, bei ${}^{m-n}A$ oder wenn $m+r$ ungerade isi, bei ${}^{m-n}A_1$ abbricht. Hiernach wird

$$\left(\frac{P_m}{x}\right) \quad K_{m+r} = {}^mA_{m+r}\,.\; B$$

$$\left(\frac{P_{m-1}\,\beta}{x^2}\right) \quad K_{m+r} = {}^{m-1}A_{m+r}\,.\; {}^1B + {}^{m-1}A_{m+r-2}\,.\; {}^1B_1$$

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

$$\left(\frac{P_1\,\beta^{m-1}}{x^m}\right) K_{m+r} = {}^1A_{m+r}\,.\,{}^{m-1}B + {}^1A_{m+r-2}\,.\,{}^{m-1}B_1 + {}^1A_{m+r-4}\,.\,{}^{m-1}B_2 + \ldots\ldots$$

$$\left(\frac{P\,\beta^m}{x^{m+1}}\right) \quad K_{m+r} = A_{m+r}\,.\; {}^mB + A_{m+r-2}\,.\; {}^mB_1 + A_{m+r-4}\,.\; {}^mB_2$$
$$+ A_{m+r-6}\,.\,{}^mB_3 + \ldots\ldots$$

daher wegen $(Q_m)\; K_r = {}^mG_r$ nach [I], wenn man zuvor statt $B$; ${}^1B$; ${}^1B_1$; ${}^2B$; ...... die entsprechenden Werthe setzt

$$
\text{(I)}\ {}^mG_r = \left\{\begin{array}{l}
+ \quad {}^mA_{m+r} \\
-\left[b \,.\, {}^{m-1}A_{m+r} + c \,.\, {}^{m-1}A_{m+r-2}\right] \\
+\left[b^2 \,.\, {}^{m-2}A_{m+r} + 2bc \,.\, {}^{m-2}A_{m+r-2} + c^2 \,.\, {}^{m-2}A_{m+r-4}\right] \\
\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
-(-1)^m\left[b^{m-1} \,.\, {}^1A_{m+r} + (m-1)\,b^{m-2}c \,.\, {}^1A_{m+r-2} + (m-1)_2\, b^{m-3}c^2 \,.\, {}^1A_{m+r-4} + \cdots\right] \\
+(-1)^m\left[b^m \,.\, A_{m+r} + m\, b^{m-1}c \,.\, A_{m+r-2} + m_2\, b^{m-2}c^2 \,.\, A_{m+r-4} \right. \\
\qquad\qquad \left. + m_3\, b^{m-3}c^3 \,.\, A_{m+r-6} + \cdots\right]
\end{array}\right\}
$$

Ferner findet man aus $P^1 = (x + by + cx^2y)\, Q^1$

$$P_m = x\, Q_m + (b + cx^2)\, Q_{m-1}, \text{ daher}$$

$$\text{(II)}\quad {}^mA_{m+r-1} = {}^mG_{r-1} + b \,.\, {}^{m-1}G_r + c \,.\, {}^{m-1}G_{r-2}$$

und wenn man ${}^mA_{m+r-1} = f(m,r)$ setzt

$$
\text{(III)}\ {}^mG_r = \left\{\begin{array}{l}
+ \quad f(m, r+1) \\
-\left[b\, f(m-1, r+2) + c f(m-1, r)\right] \\
+\left[b^2 f(m-2, r+3) + 2\,b\,c\, f(m-2, r+1) + c^2 f(m-2, r-1)\right] \\
\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
-(-1)^m\left[b^{m-1}\, f(1, m+r) + (m-1)\, b^{m-2}\, c\, f(1, m+r-2) \right. \\
\qquad\qquad \left. + (m-1)_2\, b^{m-3}\, c^2 f(1, m+r-4) + \cdots\cdots\right] \\
+(-1)^m\left[b^m\, f(0, m+r+1) + m\, b^{m-1}\, c\, f(0, m+r-1) \right. \\
\qquad \left. + m_2\, b^{m-2}\, c^2 f(0, m+r-3) + m_3\, b^{m-3}\, c^3 f(0, m+r-5) + \cdots\cdots\right]
\end{array}\right\}
$$

**Beispiel.** Die gegebene Gleichung ${}^mG_{r-1} + {}^{m-1}G_r + {}^{m-1}G_{r-2} = m \,.\, r$ zu integriren, wird hier $f(m,r) = m \,.\, r$ also $f(0,r) = 0$ u. s. w. daher findet man

$$
{}^mG_r = (r+1)\left[m - 2\,(m-1) + 4\,(m-2) - 8\,(m-3) + 16\,(m-4) - 32\,(m-5) + \cdots\cdots\cdots\right]
$$

also $G_r = 0$; ${}^1G_r = r + 1$; ${}^2G_r = 0$; ${}^3G_r = 3\,(r+1)$; ${}^4G_r = -2\,(r+1)$; ${}^5G_r = 9\,(r+1)$; ${}^6G_r = -12\,(r-1)$; u. s. w.

Für $m = 2$ und $m = 5$ findet man hiernach

$${}^2G_{r-1} + {}^1G_r + {}^1G_{r-2} = 2r \text{ und } {}^5G_{r-1} + {}^4G_r + {}^4G_{r-2} = 5r \text{ oder}$$

$$0 + r + 1 + r - 1 = 2r \qquad 9r - 2r - 2 - 2r + 2 = 5r.$$

## §. 18.

**Aufgabe.** Die partielle Differenzgleichung

$${}^mG_{r-1} + b \,.\, {}^{m-1}G_r + c \,.\, {}^{m-1}G_{r-2} = 0$$

zu integriren, wenn die Werthe $^mG$ und $G_r$ gegeben sind oder willkührlich angenommen werden.

**Auflösung.** Nach (II) §. 17 ist

$$^mA_{m+r-1} = {}^mG_{r-1} + b \,.\, {}^{m-1}G_r + c \,.\, {}^{m-1}G_{r-2}, \text{ also}$$

$$A_{r-1} = G_{r-1};\; {}^mA_{m-1} = b \,.\, {}^{m-1}G;\; {}^mA_m = {}^mG + b \,.\, {}^{m-1}G_1;\; {}^mA_{m+1} = {}^mG_1 + b \,.\, {}^{m-1}G_2 + c \,.\, {}^{m-1}G;\; \text{u. s. w.}$$

Setzt man nun $^mG_{r-1} + b \,.\, {}^{m-1}G_r + c \,.\, {}^{m-1}G_{r-2} = 0$, so wird

$$^mA_{m+1} = 0;\; {}^mA_{m+2} = 0;\; {}^mA_{m+3} = 0;\; \text{u. s. w.}$$

dagegen aber erhalten $A_r$; $^mA_{m-1}$ und $^mA_m$ bestimmte Werthe und man findet nach §. 17. (I) in der Voraussetzung, dafs nur diese Werthe beibehalten werden, alle übrige aber wegfallen

$$^mG_r = \left\{\begin{array}{l} + \;{}^mA_{m+r} \\ - \left[b \,.\, {}^{m-1}A_{m+r} + c \,.\, {}^{m-1}A_{m+r-2}\right] \\ + \left[b^2 \,.\, {}^{m-2}A_{m+r} + 2b\,c \,.\, {}^{m-2}A_{m+r-2} + c^2 \,.\, {}^{m-2}A_{m+r-4}\right] \\ - \left[b^3 \,.\, {}^{m-3}A_{m+r} + 3b^2 c \,.\, {}^{m-3}A_{m+r-2} + 3_2 b\, c^2 \,.\, {}^{m-3}A_{m+r-4} \right. \\ \qquad\qquad \left. + c^3 \,.\, {}^{m-3}A_{m+r-6}\right] \\ + \left[b^4 \,.\, {}^{m-4}A_{m+r} + 4b^3 c \,.\, {}^{m-4}A_{m+r-2} + 4_2 b^2 c^2 \,.\, {}^{m-4}A_{m+r-4} \right. \\ \qquad\qquad \left. + 4_3 b c^3 \,.\, {}^{m-4}A_{m+r-6} + c^4 \,.\, {}^{m-4}A_{m+r-8}\right] \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right\}$$

oder wegen $A_r = G_r$ und wenn man

$$^nH_r = b^n \,.\, G_{r+n} + n b^{n-1} c \,.\, G_{r+n-2} + n_2 b^{n-2} c^2 \,.\, G_{r+n-4} + n_3 b^{n-3} c^3 \,.\, G_{r+n-6} + \ldots\ldots \text{ setzt}$$

$$^1G_r = {}^1A_{r+1} - {}^1H_r$$

$$^2G_r = {}^2A_{r+2} - c \,.\, {}^1A_r + {}^2H_r$$

$$^3G_r = {}^3A_{r+3} - c \,.\, {}^2A_{r+1} + 2bc \,.\, {}^1A_{r+1} + c^2 \,.\, {}^1A_{r-1} - {}^3H_r$$

$$^4G_r = {}^4A_{r+4} - c \,.\, {}^3A_{r+2} + 2bc \,.\, {}^2A_{r+2} + c^2 \,.\, {}^2A_r - 3bc^2 \,.\, {}^1A_r - c^3 \,.\, {}^1A_r + {}^4H_r$$

$$^5G_r = {}^5A_{r+5} - c \,.\, {}^4A_{r+3} + 2bc \,.\, {}^3A_{r+3} + c^2 \,.\, {}^3A_{r+1} - 3bc^2 \,.\, {}^2A_{r+1} - c^3 \,.\, {}^2A_{r-1} + 6b^2 c^2 \,.\, {}^1A_{r+1} + 4bc^3 \,.\, {}^1A_{r-1} + c^4 \,.\, {}^1A_{r-3} - {}^5H_r$$

u. s. w.

Zur Bestimmung der Werthe $^1A_1$; $^2A_2$; $^3A_3$; ……………… entwickele man hieraus

$$\begin{aligned}
{}^{1}G &= {}^{1}A_1 - {}^{1}H \\
{}^{2}G &= {}^{2}A_2 - c\,.\,{}^{1}A + {}^{2}H \\
{}^{3}G &= {}^{3}A_3 - c\,.\,{}^{2}A_1 + 2bc\,.\,{}^{1}A_1 - {}^{3}H \\
{}^{4}G &= {}^{4}A_4 - c\,.\,{}^{3}A_2 + 2bc\,.\,{}^{2}A_2 - 3bc^2\,.\,{}^{1}A + {}^{4}H \\
{}^{5}G &= {}^{5}A_5 - c\,.\,{}^{4}A_3 + 2bc\,.\,{}^{3}A_3 - 3bc^2\,.\,{}^{2}A_1 + 6b^2c^2\,.\,{}^{1}A_1 - {}^{5}H
\end{aligned}$$

u. s. w. so findet man wegen ${}^{1}A = bG$; ${}^{2}A_1 = b\,.\,{}^{1}G$; ${}^{3}A_2 = b\,.\,{}^{2}G$; ${}^{4}A_3 = b\,.\,{}^{3}G$; .........

und wenn man statt ${}^{1}H$; ${}^{2}H$; ${}^{3}H$; ....... die entsprechenden Werthe setzt

$$\begin{aligned}
{}^{1}A_1 &= {}^{1}G + b\,.\,G_1 \\
{}^{2}A_2 &= {}^{2}G - b\,(b\,.\,G_2 + c\,.\,G) \\
{}^{3}A_3 &= {}^{3}G - bc\,.\,{}^{1}G + b^2\,(bG_3 + c\,.\,G_1) \\
{}^{4}A_4 &= {}^{4}G - bc\,.\,{}^{2}G - b^2\,(b^2\,.\,G_4 + 2bc\,.\,G_2 + c^2\,.\,G) \\
{}^{5}A_5 &= {}^{5}G - bc\,.\,{}^{3}G - b^2c^2\,.\,{}^{1}G + b^3\,(b^2\,.\,G_5 + 3bc\,.\,G_3 + 2c^2\,.\,G_1)
\end{aligned}$$

u. s. w. folglich weil ${}^{m}G$ gegeben ist

$$\begin{array}{l|l}
{}^{1}G_1 = -b\,.\,G_2 - c\,.\,G & {}^{2}G_1 = b^2\,.\,G_3 + bc\,.\,G_1 - c\,.\,{}^{1}G \\
{}^{1}G_2 = -b\,.\,G_3 - c\,.\,G_1 & {}^{2}G_2 = b^2\,.\,G_4 + 2bc\,.\,G_2 + c^2\,.\,G \\
{}^{1}G_3 = -b\,.\,G_4 - c\,.\,G_2 & {}^{2}G_3 = b^2\,.\,G_5 + 2bc\,.\,G_3 + c^2\,.\,G_1 \\
{}^{1}G_4 = -b\,.\,G_5 - c\,\;G_3 & {}^{2}G_4 = b^2\,.\,G_6 + 2bc\,.\,G_4 + c^2\,.\,G_2 \\
\cdots\cdots\cdots & \cdots\cdots\cdots
\end{array}$$

$$\begin{aligned}
{}^{3}G_1 &= -b^3\,.\,G_4 - 2b^2c\,.\,G_2 - bc^2\,.\,G - c\,.\,{}^{2}G \\
{}^{3}G_2 &= -b^3\,.\,G_5 - 3b^2c\,.\,G_3 - 2bc^2\,.\,G_1 + c^3\,.\,{}^{1}G \\
{}^{3}G_3 &= -b^3\,.\,G_6 - 3b^2c\,.\,G_4 - 3bc^2\,.\,G_2 - c^3\,.\,G \\
{}^{3}G_3 &= -b^3\,.\,G_7 - 3b^2c\,.\,G_5 - 3bc^2\,.\,G_3 - c^3\,.\,G_1 \\
&\cdots\cdots\cdots
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
{}^{4}G_1 &= b^4\,.\,G_5 + 3b^3c\,.\,G_3 + 2b^2c^2\,.\,G_1 - bc^2\,.\,{}^{1}G - c\,.\,G \\
{}^{4}G_2 &= b^4\,.\,G_6 + 4b^3c\,.\,G_4 + 5b^2c^2\,.\,G_2 + 2bc^3\,.\,G + c^2\,.\,{}^{2}G \\
{}^{4}G_3 &= b^4\,.\,G_7 + 4b^3c\,.\,G_5 + 6b^2c^2\,.\,G_3 + 3bc^3\,.\,G_1 - c^3\,.\,{}^{1}G \\
{}^{4}G_4 &= b^4\,.\,G_8 + 4b^3c\,.\,G_6 + 6b^2c^2\,.\,G_4 + 4bc^2\,.\,G_2 + c^3\,.\,G \\
{}^{4}G_5 &= b^4\,.\,G_9 + 4b^3c\,.\,G_7 + 6b^2c^2\,.\,G_6 + 4bc^3\,.\,G_3 + c^3\,.\,G_1 \\
&\cdots\cdots\cdots
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
{}^{5}G_1 &= -b^5\,.\,G_6 - 4b^4c\,.\,G_4 - 5b^3c^2\,.\,G_2 - 2b^2c^3\,.\,G - bc^2\,.\,{}^{2}G - c\,.\,{}^{4}G \\
{}^{5}G_2 &= -b^5\,.\,G_7 - 5b^4c\,.\,G_5 - 9b^3c^2\,.\,G_3 - 5b^2c^3\,.\,G_1 + 2bc^3\,.\,{}^{1}G + c^2\,.\,{}^{3}G \\
{}^{5}G_3 &= -b^5\,.\,G_8 - 5b^4c\,.\,G_6 - 10b^3c^2\,.\,G_4 - 9b^2c^3\,.\,G_2 - 3bc^4\,.\,G - c^3\,.\,{}^{2}G \\
{}^{5}G_4 &= -b^5\,.\,G_9 - 5b^4c\,.\,G_7 - 10b^3c^2\,.\,G_5 - 10b^2c^3\,.\,G_3 - 4bc^4\,.\,G_1 + c^4\,.\,{}^{1}G \\
{}^{5}G_5 &= -b^5\,.\,G_{10} - 6b^4c\,.\,G_8 - 10b^3c^2\,.\,G_6 - 10b^2c^3\,.\,G_4 - 5bc^4\,.\,G_2 - c^5\,.\,G \\
&\cdots\cdots\cdots
\end{aligned}$$

$$^{6}G_1 = b^6 . G_7 + 5b^5c . G_5 + 9b^4c^2 . G_3 + 5b^3c^3 . G_1 - 2b^2c^3 . {}^{1}G - bc^2 . {}^{3}G - c . {}^{5}G$$
$$^{6}G_2 = b^6 . G_8 + 6b^5c . G_6 + 14b^4c^2 . G_4 + 14b^3c^3 . G_2 - 5b^2c^4 . G + 2bc^3 . {}^{2}G + c^2 . {}^{4}G$$
$$^{6}G_3 = b^6 . G_9 + 6b^5c . G_7 + 15b^4c^2 . G_5 + 19b^3c^3 . G_3 - 9b^2c^4 . G_1 - 3bc^4 . {}^{1}G - c^3 . {}^{3}G$$
$$^{6}G_4 = b^6 . G_{10} + 6b^5c . G_8 + 15b^4c^2 . G_6 + 20b^3c^3 . G_4 - 14b^2c^4 . G_2 + 4bc^5 . G + c^4 . {}^{2}G$$
$$^{6}G_5 = b^6 . G_{11} + 6b^5c . G_9 + 15b^4c^2 . G_7 + 20b^3c^3 . G_5 - 15b^2c^4 . G_3 + 5bc^5 . G_1 - c^5 . {}^{1}G$$
$$^{6}G_6 = b^6 . G_{12} + 6b^5c . G_{10} + 15b^4c^2 . G_8 + 20b^3c^3 . G_6 - 15b^2c^4 . G_4 + 6bc^5 . G_2 + c^6 . G$$

u. s. w.

**Beispiel.** Die Differenzgleichung $^{m}G_{r-1} + {}^{m-1}G_r + {}^{m-1}G_{r-2} = 0$ zu integriren, wenn $^{m}G = G_r = 1$ gegeben sind. Weil hier $b = c = 1$ ist, so entsteht für verschiedene Werthe von $m$ und $r$ nachstehende Tafel:

| $^{m}G_r$ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 ...... $r$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | + 1 | + 1 | + 1 | + 1 | + 1 | + 1 | + 1 | + 1 ........ |
| 1 | + 1 | − 2 | − 2 | − 2 | − 2 | − 2 | − 2 | − 2 ........ |
| 2 | + 1 | + 1 | + 4 | + 4 | + 4 | + 4 | + 4 | + 4 ........ |
| 3 | + 1 | − 5 | − 5 | − 8 | − 8 | − 8 | − 8 | − 8 ........ |
| 4 | + 1 | + 4 | + 13 | + 13 | + 16 | + 16 | + 16 | + 16 ........ |
| 5 | + 1 | − 14 | − 17 | − 29 | − 29 | − 32 | − 32 | − 32 ........ |
| 6 | + 1 | + 16 | + 43 | + 46 | + 61 | + 61 | + 64 | + 64 ........ |
| ⋮ | ........ | ........ | ........ | ........ | ........ | ........ | ........ | ........ |
| $m$ | | | | | | | | |

# Durch Sehnen in Kegelschnitten gleich grofse Segmente abzuschneiden, und isotomische oder äquisegmentarische Figuren von beliebiger Seitenzahl einzuschreiben.



Von

Hrn. GRUSON.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 28. April 1824.]

Als ich vor mehreren Jahren meine 1809 erschienene Geodäsie bearbeitete, veranlafste mich die Aufgabe:

> In einem gegebenen Winkel durch eine gerade Linie einen Triangel von gegebenem Inhalt abzuschneiden,

den geometrischen Ort von den Mittelpunkten aller Linien zu bestimmen, die von einem gegebenen Winkel einen Triangel von gegebenem und immer gleichem Inhalte abschneiden.

Diese Untersuchung führte auf die verwandten Aufgaben:

> Den geometrischen Ort von der Mitte aller Sehnen zu bestimmen, die in den Kegelschnitten gleich grofse Segmente abschneiden.

Diese Untersuchungen wurden von mir anfänglich mittelst der höhern Analysis ausgeführt, aber die Einfachheit der erhaltenen Resultate liefs mich ahnden, dafs elementarische Betrachtungen zum Ziele führen könnten, wodurch dieser Gegenstand für mich um so mehr an Interesse gewonnen hat, so dafs ich nicht anstehe, diese äufserst einfachen und

leichten Auflösungen einer auf den ersten Anblick, selbst durch die höhere Analysis für Anfänger schwierig scheinenden Aufgabe, hier mitzutheilen.

I. Aufg. Den geometrischen Ort von der Mitte aller zwischen den Schenkeln eines gegebenen Winkels gezogenen Linien zu finden, wodurch dem Winkel immer gleich grofse Triangel von gegebenem Inhalte abgeschnitten werden.

Aufl. 1. Der gegebene Winkel sei $2\alpha$, der Inhalt des abzuschneidenden Triangels gleich $F$; bezeichnet man die abgeschnittenen Schenkel dieses Triangels mit $2x$ und $2y$, so hat man

$$\frac{2x.2y}{2}.\sin 2\alpha = F;$$

hieraus $x.y.\sin 2\alpha = \frac{1}{2}F$.

Diese Formel drückt den constanten Inhalt eines Parallelogramms aus, dessen Seiten $x$, $y$, und $2\alpha$ der von diesen Seiten eingeschlossene Winkel ist.

2. Diese Gleichung wird sogleich als eine Gleichung zwischen den Assymptoten einer Hyperbel erkannt, deren Assymptotenwinkel $2\alpha$, $x$ und $y$ die Coordinaten sind.

3. $xy = \frac{F}{2\sin 2\alpha}$ ist bekanntlich gleich der Potenz der Hyperbel $= \frac{a^2+b^2}{4}$, wenn $2a$ und $2b$ die Quer- und conjugirten Axen bezeichnen.

4. Zur Bestimmung dieser Axen dienen die Gleichungen

$$a^2+b^2 = \frac{2F}{\sin 2\alpha} \text{ und } 2a.b = 2F,$$

woraus

$$a+b = \sqrt{\left(\frac{1}{\sin 2\alpha}+1\right)2F} \text{ und } a-b = \sqrt{\left(\frac{1}{\sin 2\alpha}-1\right)2F};$$

folglich $a = \frac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{1}{\sin 2\alpha}+1\right)2F} + \frac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{1}{\sin 2\alpha}-1\right)2F}$

$$= \frac{1}{2}\sqrt{\frac{2F}{\sin 2\alpha}}.\left[\sqrt{1+\sin 2a}+\sqrt{1-\sin 2a}\right] = \sqrt{\frac{F}{2\sin 2\alpha}}.\cos\alpha$$

$$= \frac{1}{2}\sqrt{F.\cot\alpha}$$

$$\text{und } b = \frac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{1}{\sin 2\alpha}+1\right)2F} - \frac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{1}{\sin 2\alpha}-1\right)2F}$$

$$= \frac{1}{2}\sqrt{\frac{2F}{\sin 2\alpha}}\left[\sqrt{1+\sin 2\alpha} - \sqrt{1-\sin 2\alpha}\right] = \frac{1}{2}\sqrt{F.\operatorname{tg}\alpha}.$$

5. Durch eine reine, geometrisch abgeleitete Construction ergeben sich die Axen, wenn man von dem Winkel $2\alpha$ einen gleichschenkligen Triangel $\frac{4x^2}{2} . \sin 2\alpha = F$ abschneidet. Auch würden sich hier die Werthe von $a$ und $b$ leichter als in (4) finden, weil $b = x \sin \alpha$ und $a = x \cos \alpha$ ist.
6. Zeichnet man die dazu gehörige Hyperbel, so ergiebt sich sogleich, dafs alle Linien, welche von dem gegebenen Winkel gleich, grofse Triangel abschneiden sollen, Tangenten von der gezeichneten Hyperbel werden, und da bekanntlich alle zwischen den Assymptoten liegende Tangenten von der Hyperbel im Berührungspunkte halbirt werden, so folgt: dafs der gesuchte geometrische Ort eine Hyperbel ist, deren Assymptoten Winkel $2\alpha$ und deren Axen $2a$, $2b$, wir in (4) bestimmt haben.
7. Ist $x$ die Absisse für den Berührungspunkt, so ergeben sich, wenn man aus den Endpunkten der Tangente Perpendikel auf die Queraxe und deren Verlängerung fallen läfst, durch die dadurch entstehenden ähnlichen Triangel, die drei Seiten $A, B, C$ des in Rede stehenden Triangels, nemlich:

die Länge der Seite, welche die Tangente bildet,

$$A = \frac{2}{a}\sqrt{(a^2+b^2)\,x^2 - a^4}\,,$$

die Seite $\quad B = \frac{\sqrt{a^2+b^2}}{a}\left(x + \sqrt{x^2-a^2}\right)$

und die Seite $C = \frac{\sqrt{a^2+b^2}}{a}\left(x - \sqrt{x^2-a^2}\right).$

Da nun bekanntlich

$$F = \frac{1}{4}\sqrt{\left[(B+C)^2 - A^2\right]\left[A^2 - (C-B)^2\right]},$$

so ergiebt sich $(B+C)^2 = \left[\frac{2x}{a}\sqrt{a^2+b^2}\right]^2 = \frac{4x^2}{a^2}(a^2+b^2)$,

$$A^2 = \frac{4x^2}{a^2}(a^2+b^2) - 4a^2$$

Also $(B+C)^2 - A^2 = 4a^2$.

Eben so $(C-B)^2$

$$= \left[-\frac{2\sqrt{a^2+b^2}.\sqrt{x^2-a^2}}{a}\right]^2 = \frac{4x^2}{a^2}(a^2+b^2) - 4a^2 - 4b^2,$$

also $A^2 - (C-B)^2 = 4b^2$,

Folglich $F = \frac{1}{4}\sqrt{4a^2.4b^2} = ab$, welches mit (4) stimmt.

8. Ist in einem geraden Kegel der Scheitelwinkel des Axentriangels $=2a$, und man schneidet diesen Kegel parallel mit dem Axentriangel in der Entfernung $b$, so erhält man die Hyperbel, deren Queraxe $=2a$ und deren conjugirte Axe $=2b$, und denkt man die Ebene dieser Hyperbel projicirt auf die Ebene des parallelen Axentriangels, so leuchtet es sogleich ein, daſs die Seiten dieses Axentriangels die Assymptoten gedachter Hyperbel sind.

9. Denkt man sich einen solchen hohlen Kegel, und gieſst irgend eine bestimmte Quantität Flüssiges hinein, so werden die elliptischen, horizontalen Wasserspiegel die tangentirenden Ebenen von solchen Hyperbeln, also auch von der Hyperboloïde, die durch eine solche Hyperbel erzeugt wird, deren halbe Queraxe in der verticalen Stellung des Kegels die Entfernung der Kegelspitze vom Wasserspiegel, und deren conjugirte Axe gleich dem Durchmesser des Wasserspiegels ist.

II. Aufg. Den geometrischen Ort von der Mitte aller Sehnen zu bestimmen, die in den Kegelschnitten isotomische Segmente abschneiden.

Aufl. 1. Wie die höhere Analysis dergleichen Aufgaben auflöst, will ich hier übergehen, und erlaube mir, deshalb auf Brandes treffliches Lehrbuch der höhern Geometrie 2r Theil §. 239-242. zu verweisen. Ich werde hier nur die ungemein einfache, elementare Auflösung davon geben.

2. Bekanntlich kann jeder Kegelschnitt als irgend eine Projection des Kreises betrachtet werden, und umgekehrt der Kreis als irgend eine Projection eines beliebigen Kegelschnitts. — Hier soll nur von orthographischer Projection, als die leichteste die Rede sein, und um die Sache in der Vorstellung zu erleichtern, wollen wir unter den Kegelschnitten die Ellipse wählen.
3. Will man in einer Ellipse durch eine Sehne ein Segment von gegebenem Flächeninhalte, oder ein Segment abschneiden, welches zu der Fläche der ganzen Ellipse ein gegebenes Verhältnifs hat, so würde es blos darauf ankommen, in dem über der kleinen Axe beschriebenen Kreise ein Kreissegment abzuschneiden, welches zu dem ganzen Kreise in dem gegebenen Verhältnisse stehet. — Sieht man nun die Ellipse als die Projection dieses Kreises an, so ziehe man nur durch die Endpunkte der Kreissehne Parallelen mit der grofsen Axe, und verbinde die Durchschnittspunkte dieser Parallelen mit der Ellipse durch eine Ellipsensehne, so hat man der Projectionslehre gemäfs ein Ellipsensegment, welches zu seiner Ellipse dasselbe Verhältnifs hat, wie das Kreissegment zu seinem Kreise.
4. Soll man in einer Ellipse z.B. ein Sechsseit einschreiben, dessen Segmente isotomisch sind, so beschreibe man in dem Kreis über der kleinen Axe ein reguläres Sechsseit, ziehe wie (3) durch alle Winkelspitzen Parallelen mit der grofsen Axe, und verbinde die Durchschnittspunkte dieser Parallelen mit der Ellipse durch gerade Linien, so ist die Aufgabe gelöst; weil nach (3) jedes entstandene Ellipsensegment zur ganzen Ellipse immer dasselbe Verhältnifs, wie das zugehörige Kreissegment zum ganzen Kreise haben mufs, und da im Kreise die Segmente alle gleich sind, so sind es auch die in der Ellipse.
5. Denkt man sich nun einen Berührungskreis in dem im Kreise (4) eingeschriebenen, regulären Sechsseit, so ist dessen Projection offenbar eine der erstern ähnliche Ellipse, die jede Ellipsensehne des isotomischen Sechsseits in ihrer Mitte berührt.

6. Der gesuchte geometrische Ort von der Mitte aller Ellipsensehnen, die zu isotomischen Segmenten gehören, ist also eine der äufsern Ellipse ähnliche und concentrische Ellipse, d. h. deren Axen in beiden Ellipsen einerlei Verhältnifs zu einander haben.
7. Die allgemeine Eigenschaft der ähnlichen, concentrischen Ellipsen ist also einzig die, dafs alle Tangenten der innern Ellipse in der äufsern Ellipse isotomische Ellipsensegmente abschneiden. Aber so wenig jeder innere concentrische Kreis geeignet ist, durch seine Tangenten den äufsern Kreis in gleiche Theile zu theilen, eben so wenig ist dazu jede innere concentrische, ähnliche Ellipse geeignet, die Peripherie der äufsern Ellipse genau so zu theilen, dafs eine ganze Anzahl getrennter isotomischer Ellipsensegmente entstehen.
8. Bei den ähnlichen concentrischen Hyperbeln lassen sich dieselben Schlüsse, wie oben bei der Ellipse machen. Es ist nur noch zu bemerken, dafs bei den Hyperbeln diejenige, welche die gröfsern Axen hat, die innere wird, und ihre Convexität der Concavität der äufsern Hyperbel zukehrt. Uebrigens wird man gleichfalls sehen, dafs, da jede Tangente der innern Hyperbel zugleich eine doppelte Ordinate zu einem Durchmesser der äufsern Hyperbel ist, sie nothwendig in dem Berührungspunkt halbirt ist.
9. Da eine Parabel als eine Ellipse angesehen werden darf, deren grofse Axe, und folglich auch ihre Hälfte, oder die Entfernung des Scheitelpunkts vom Mittelpunkt unendlich ist, so folgt hieraus, dafs in der Parabel die Diameter zur Axe parallel werden. Nun mufs, wie in Betreff der Ellipse, der Diameter die Tangente der innern Kurve halbiren, und folglich diese Tangente parallel zu der Tangente der äufsern Parabel, oder, welches einerlei ist, die correspondirenden Bogen ähnlich sein, und also auch die Abscissen und die Ordinaten von diesen zwei Bogen sich wie die Parameter dieser zwei Parabeln verhalten. Da aber wegen der Parallelität der Dia-

meter mit der Axe die zwei zu den Berührungspunkten gehörigen Ordinaten gleich sind, und also die beiden Parameter auch gleich sein müssen, oder beide Parabel sind nicht wie alle Parabeln, blos ähnlich, sondern völlig einander gleich, so liegt der Scheitel auf der Axe da, wo eine auf die Axe perpendikuläre Sehne von der gegebenen Parabel eine Fläche von verlangter Gröfse abschneidet.

10. Ist ein hohler Cylinder, dessen parallele und congruente Grundflächen Ellipsen sind, mit einer bestimmten Quantität Flüssigkeit gefüllt, so schneidet jede in eine Lage, wo die Grundflächen vertikal stehen, isotomische Körpersegmente ab, deren Wasserspiegel immer von concentrischen, den Grundflächen ähnlichen Ellipsen berührt werden.



## Verbesserungen.

Seite 18. Formel [19]. Auch die von $i$ unabhängigen Theile der Coefficienten von Sin $(f\mu - k\mu' + \omega - \omega')$ und Sin $(f\mu + k\mu' + \omega + \omega')$ sind respective in Cos $\frac{1}{2} I^2$ und Sin $\frac{1}{2} I^2$ zu multipliciren.

Seite 26. Formel [34]. Zeile 3 ist statt Sin $(2\mu' + \omega')\, 2e' \left\{ \frac{1}{2\nu + 1} - \frac{1}{2\nu + 1} \right\}$

zu lesen......... Sin $(2\mu' + \omega')\, 2e' \left\{ \frac{1}{2\nu + 1} - \frac{1}{2\nu - 1} \right\}$



# Abhandlung

der

# philosophischen Klasse

der

Königlichen

## Akademie der Wissenschaften

zu Berlin.

---

Aus dem Jahre

1824.

---

Berlin.

Gedruckt in der Druckerei der Königlichen Akademie
der Wissenschaften.

1826.

In Commission bei F. Dümmler.



# Versuch
über die
# wissenschaftliche Behandlung des Pflichtbegriffs.

Von
Hrn. SCHLEIERMACHER.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 12. August 1824.]

Indem ich damit anfange zu erklären, dafs diese Abhandlung als ein Gegenstück zu betrachten ist zu der früher vorgelesenen über die Behandlung des Tugendbegriffs: so gilt nun was dort vorgeredet ist gemeinsam für diesen Aufsatz eben so gut wie für jenen; und ich kann ohne weiteres zur Sache schreitend auch hier wie dort die Behauptung zum Grunde legen, dafs die drei Begriffe, Gut, Tugend und Pflicht jeder für sich in seiner Ganzheit auch das ganze sittliche Gebiet darstellen, jeder aber dieses thut auf eine eigenthümliche Weise, ohne dafs, was durch den einen gesagt wird, in der Wirklichkeit jemals könnte getrennt sein von dem durch den andern gesagten. Wenn daher in dem ganzen menschlichen Geschlecht, von welchem hier nur die Rede ist, alle Güter vorhanden sind, so müssen auch alle Tugenden in Allen wirksam sein; und umgekehrt, sofern alle Tugenden in Allen sind, müssen auch alle Güter vorhanden sein, indem diese auf keine andere Weise weder durch Zufall noch als ein göttliches Geschenk sondern nur als die Thätigkeit aus der nothwendig zusammenstimmenden Wirksamkeit aller Tugenden entstehen können. Eben so nun, denn Pflicht ist der dritte zu jenen gehörige Begriff, können nicht jene beiden irgendwo gefunden werden, ohne dafs eben da auch alle Pflichten wären erfüllt worden, so wie unmöglich alle Pflichten von Allen können erfüllt werden, als nur sofern auch alle Tugenden in ihnen gesetzt sind, und nicht ohne dafs zugleich dadurch auch der menschlichen Gesellschaft alle Güter müfsten erworben werden. Die Verschiedenheit dieser

Begriffe aber zeigt sich darin, daſs kein einzelnes Gut etwa entsteht durch Erfüllung einer und derselben sondern verschiedener ja genau genommen aller Pflichten, und daſs keine Pflicht erfüllt werden kann durch die Thätigkeit Einer sondern nur aller Tugenden, wie auch jede Pflichterfüllung, sofern die Tugend als Fertigkeit ein werdendes ist, nicht zum Wachsthum nur Einer Tugend sondern aller als Uebung beiträgt; und nicht nur auf die Entstehung und Erhaltung Eines Gutes hinwirkt, sondern aller.

Hieraus nun geht auch schon hervor, auf welche Weise der Pflichtbegriff das sittliche darstellt. Denn wenn es in dem Tugendbegriff dargestellt wird als die Eine sich aber mannigfaltig verzweigende dem Menschen als handelndem einwohnende Kraft, in dem Begriff des Gutes aber als dasjenige was durch die gesammte Wirksamkeit jener Kraft wird und werden muſs: so kann es in dem Pflichtbegriff nur dargestellt sein als das, was zwischen jenen beiden liegt, d. h. als die sittliche Handlung selbst. Die Entwicklung des Pflichtbegriffs muſs also ein System von Handlungsweisen enthalten, welche nur aus der sittlichen Kraft und der Richtung auf die gesammte sittliche Aufgabe begriffen werden können; eine Entwicklung dieses Begriffs kann es aber wiederum nur geben, sofern in den sittlichen Handlungen die Beziehung auf die Gesammtheit der sittlichen Aufgabe und auf das Begründetsein in der Gesammtheit der Tugenden sich als eine verschiedene zeigt. Indem nun eine jede Pflicht eine solche Bestimmtheit der Handlungsweise ist: so kann sie nicht anders ausgedrückt werden, als durch das was K a n t eine Maxime nennt, welches Wort wir aber, weil es in dem allgemeinen Sprachgebrauch zu deutlich den Stempel der Subjectivität an sich trägt, mit dem Worte F o r m e l vertauschen wollen.

Ehe ich aber dazu schreite ein genügendes Princip zur Entwicklung der Pflicht-Formeln wo möglich aufzustellen, muſs ich noch einige Bemerkungen voranschicken. Zuerst, wenn der Begriff einer Pflicht die vollkommne sittliche Richtigkeit einer Handlung ausdrückt: so kommt hier der Unterschied, den man bisweilen zwischen der Gesetzlichkeit und Sittlichkeit einer Handlung gemacht hat, in gar keinen Betracht, weder so als ob die Pflichtmäſsigkeit die bloſse Gesetzlichkeit sei, die Sittlichkeit also etwas höheres als die Pflicht, noch auch so, als ob die Pflicht-

mäfsigkeit zwar die Sittlichkeit sei, diese aber auch wol ungesetzlich sein könne. Denn das Gesetz selbst ist, da ja in diesem Zusammenhang nur von einem äufseren Gesetz die Rede sein kann, selbst nur durch menschliche und ihrer Natur nach sittliche Handlungen geworden, und könnte also, ob es richtig, das heifst durch pflichtmäfsige Handlungen zu Stande gekommen ist oder nicht, niemals beurtheilt werden, hätte also gar keine erkennbare Sittlichkeit, wenn Pflichtmäfsigkeit selbst immer nur Gesetzmäfsigkeit wäre, und also der Pflicht allemal ein Gesetz schon vorausgehen müfste. Eben so aber ist auch das Gesetz als ein sittlich gewordnes und selbst wieder auf dem sittlichen Gebiete wirksames, nothwendig ein Gut; und wenn jede pflichtmäfsige Handlung auf die gesammte sittliche Aufgabe also auf alle Güter Bezug nehmen mufs: so mufs auch jede auf das Gesetz Bezug nehmen, und keine kann demnach ungesetzlich sein ([1]). — Zweitens, wenn der Pflichtbegriff auf die angegebene Art seine Stellung hat zwischen dem Tugendbegriff und dem Begriff der Güter: so sollte man denken, die allgemeine Pflichtformel sei schon gegeben in dem Ausdruck: ,,Handle in jedem Augenblick so, dafs alle Tugenden in dir thätig sind in Bezug auf alle Güter." Allein einestheils ist diese Formel an und für sich zur unmittelbaren Anwendung nicht geschickt, weder um für irgend einen Augenblick ein bestimmtes Handeln zu entwerfen, noch um ein schon entworfenes danach zu prüfen. Letzteres weil das Verhältnifs einer Handlung zu dieser Formel nicht unmittelbar erkannt werden kann. Denn wenn ein entworfenes Handeln noch so klar vor Augen liegt: so kann weder bestimmt behauptet werden, dafs es alle Güter fördern müsse, noch auch mit rechtem Grunde geläugnet, dafs es dieses nicht leisten könne. Und eben so

---

(1) Auch für das Gebiet der bürgerlichen Gesellschaft, für welches er eigentlich gemacht ist, hat dieser Unterschied weit weniger Bedeutung als man gewöhnlich glaubt. Denn auch dem Gesetzgeber kann an der blofsen Gesetzlichkeit wenig gelegen sein; indem, wenn das Gesetz nicht in den Bürgern lebendig und also je länger je mehr ihre eigene Sittlichkeit wird, es auch in jedem Falle wo es mit etwas in ihnen lebendigem in Streit kommt, immer wird übertreten werden, so dafs es seinen Zweck nicht erreichen kann. Nur für den Richter ist der Unterschied ein Kanon, dafs nämlich die Function der vergeltenden Gerechtigkeit nur da beginnt, wo das Gesetz ist verletzt worden, indem Belohnung und Bestrafung mit der Sittlichkeit in gar keiner Beziehung stehn.

mit den Tugenden. Vielmehr wenn mir die Vorstellung einer bestimmten Handlung vorliegt, die sich nicht schon gleich als unsittlich zu erkennen giebt: so kann es mir nur als ein zufälliges erscheinen, ob sie in beiden Stücken unserer Aufgabe entsprechen wird oder nicht. Noch weniger kann durch diese Formel allein ein Handeln bestimmt werden; sondern es lassen sich von derselben Voraussetzung gar mancherlei Handlungen entwerfen, denen mit gleichem Rechte die Möglichkeit zukäme ihr zu entsprechen. Es ist aber ganz vorzüglich die Anwendbarkeit in dem Leben selbst, sowol wo die Construction der Zweckbegriffe schwankt oder stockt als auch für die Beurtheilung des Geschehenen, welche der Pflichtenlehre, dieser den Alten fast unbekannten Behandlung der Ethik, in der neueren Zeit eine so ganz vorzügliche Gunst geschafft hat. Anderntheils wenn man auch diese allgemeine Formel weiter entwickeln wollte um ein System der einzelnen Formeln daraus zu bilden: so scheint sich unmittelbar kein anderer Eintheilungsgrund in derselben darzubieten als entweder nach den Tugenden, welche thätig sind, oder nach den Gütern welche angestrebt werden; dann aber wäre diese Behandlung keine selbständige Darstellung der Sittlichkeit, sondern ganz abhängig von der Lehre vom höchsten Gut und von der Tugendlehre, und somit verlöre die Pflichtenlehre alles was sie der Wissenschaft empfehlen kann. Denn für diese bleibt immer die objectivste Darstellung, also die aus dem Begriff der Güter, die erste und für sich hinreichende; die beiden andern dienen jener nur gleichsam als Rechnungsprobe, welches sie aber nur in dem Maafs leisten können, als sie nicht unmittelbar aus ihr entlehnen. Wie wir also die Tugendlehre gesucht haben zu gestalten ohne von einer der beiden andern Formen unmittelbaren Gebrauch dafür zu machen: so darf auch für die Gestaltung der Pflichtenlehre von den anderweitig festgestellten Begriffen von Tugenden und Gütern kein Gebrauch gemacht werden.

Demohnerachtet können wir nicht läugnen, jener Ausdruck „Handle in jedem Augenblick mit der ganzen zusammengefafsten sittlichen Kraft und die ganze ungetheilte sittliche Aufgabe anstrebend," stellt den Einen das ganze vollkommen sittliche Leben bedingenden Entschlufs dar, unter welchem alle einzelne pflichtmäfsige Handlungen schon so begriffen sind, dafs kein neuer Entschlufs gefafst zu werden braucht,

wenn immer das rechte geschehen soll, daſs aber durch jede pflichtwidrige Handlung dieser gewiſs gebrochen wird. Daher bleiben wir doch an diesen Ausdruck gewiesen, und es kommt nur darauf an, daſs wir ihn anderswie als nach Anleitung der Begriffe von Tugenden und Gütern spaltend auf das einzelne anzuwenden wissen.

Von diesem allgemeinen Entschlusse aus läſst sich aber das ganze sittliche Leben betrachten nach der Analogie zusammengesetzter Handlungen, welche auf Einem Entschluſs ruhend dennoch aus einer Reihe von Momenten bestehen, so daſs für diese auch noch untergeordnete Entschlüsse aber freilich in sehr verschiedenem Verhältniſs zu dem zum Grunde liegenden allgemeinen Entschluſs gefaſst werden. Wer sich niedersetzt zum Schreiben, wenn sein Entschluſs nur nicht etwa noch ein unbestimmter ist, sondern er schon seine volle Bestimmtheit hat, dessen Handlung besteht zwar aus einer Reihe von Momenten, aber ohne daſs eine neue Berathung oder Wahl entstände; beim Feder eintauchen, beim Blatt umwenden sind wir uns kaum einer Volition bewuſst, sondern alles geht aus dem Einen Entschluſs hervor, der allein das Bewuſstsein beherrscht. Hier also verschwinden die untergeordneten Entschlüsse fast ganz sowol ihrer Form nach ins Bewuſstlose als auch ihrem Inhalte nach, indem sie sich nur auf die unbedeutendsten Kleinigkeiten beziehen. Wer sich hingegen zu einer bestimmten Lebensweise entschlieſst, für den entsteht aus diesem allgemeinen Entschluſs auch eine Reihe von Handlungen, welche zusammengenommen die Ausführung desselben bilden und also Eines sind; aber wiewol Eines gehört doch hier zu jeder einzelnen noch ein besonderer Entschluſs; die einzelne Wollung tritt stark hervor, so daſs der allgemeine Entschluſs wiewol die fortwirkende Ursache dieser einzelnen doch in den Hintergrund zurücktritt, und also hier das umgekehrte Verhältniſs eintritt wie dort. Der Künstler endlich, welcher das Urbild seines Gemäldes vollkommen in sich trägt, gleicht im ganzen während der Ausführung jenem Schreibenden; allein bei welchem Theile er anfängt und in welcher Ordnung und Folge er fortarbeitet, das ist in dem allgemeinen Entschluſs nicht mit gesetzt, und sofern diese Ordnung auch durch die technischen Regeln – auf welche wir hier ohnedies nicht Rücksicht nehmen dürfen — nicht vollständig und nicht für Alle auf gleiche Weise bestimmt ist: so geht der Fortschrei-

tung allerdings jedesmal eine einzelne Wollung voraus, die aber nicht eigentlich einen Gegenstand bestimmt, sondern nur die Priorität eines schon bestimmten Gegenstandes, deren Werth also vorzüglich darauf beruht, dafs sie ohne Verdunkelung wie ohne fremde Einmischung als die vollkommenste Fortwirkung des ersten Entschlusses erscheint. Aus der Zusammenstellung dieser drei Fälle, welche gleichsam als Typen dienen können, erhellt demnach, dafs die Vereinzelung der Momente, aus denen eine zusammengesetzte Handlung besteht, etwas durchaus relatives ist, und es ist leicht zu schliefsen, dafs eine einfache und allgemein gültige Regel für die Richtigkeit der Handlung nur in dem Maafs gegeben werden könne, als der einzelne Moment mit Nothwendigkeit aus dem ursprünglichen Entschlufs hervorgeht, das heifst als man einer besonderen Regel nicht bedarf. Sofern wir also das ganze sittliche Leben ansehen können als die Ausführung Eines allgemeinen Entschlusses, also als Eine wenn gleich zusammengesetzte That: so wird dasselbe auch hier gelten, und es scheint dafs wir mit dem Geständnifs anfangen müssen, dafs Pflichtformeln nur da recht vollkommen und befriedigend sein können, wo der Handelnde selbst ihrer nicht bedarf, und dafs demnach der Nutzen der vollkommensten sich am meisten auf die blofse Beurtheilung beschränkt. Wenn hier also eine vorzügliche Sicherheit allen denen Momenten beigelegt wird, in welchen der besondere Entschlufs am meisten schon mit dem allgemeinen gegeben ist: so schadet dies wenigstens der Freiheit, welche wir für die sittlichen Handlungen postuliren, keinesweges; denn diese besteht am wenigsten in einer vor der Entscheidung hergehenden und mehr oder weniger willkührlich, das heifst durch subjectiven Zufall, abgebrochenen Unentschiedenheit, sondern nur in der Selbstthätigkeit welche dem Entschlufs in seinem ersten Hervortreten sowol als in seiner Fortwirkung einwohnt.

Um nun zu bestimmen, wie weit wir es mit der Behandlung des Pflichtbegriffes bringen können, und wie wir sie dem gemäfs einzuleiten haben, mufs unsere nächste Frage die sein, welcher von den drei aufgestellten Fällen uns die genaueste Analogie darbietet mit dem sittlichen Leben als einer wahren aber in eine Reihe von sich relativ aussondernden Momenten zerfällten Einheit. Es wird unschädlich sein die Beantwortung dieser Frage mit einer Fiction anzufangen. Wenn wir

uns einen einzelnen Menschen denken für sich allein die gesammte sittliche Aufgabe des ganzen Menschengeschlechtes auf ihn gelegt oder wenigstens ein kleineres vollkommen abgeschlossenes Gebiet ihm hingegeben, innerhalb dessen er sie lösen soll: so würde dieser sich unstreitig in dem mittleren Falle des Künstlers befinden. Nämlich neues entstände ihm nichts, was nicht in seinem ursprünglichen Entschlufs, welchen wir uns die ganze sittliche Aufgabe umfassend zu denken haben, schon liegt, wie auch die ganze Ausführung schon in dem Urbilde des Künstlers liegt; aber er könnte in jedem Moment nur einen Theil seiner Aufgabe lösen, ohne dafs jedoch die Ordnung, in welcher er zu verfahren hat, ihm mit aufgegeben wäre. Denn denken wir uns das Ganze in verschiedene Regionen getheilt so wird es an sich gleichgültig sein, und dies wäre doch der stärkste Gegensatz der sich darbietet, ob er erst eine Region ganz zur Vollendung bringt, und dann zu einer andern übergeht, oder ob er nach einander alle zu bearbeiten beginnt, und sie nach und nach eben so weiter fördert, sofern er nur in dem letzten Falle stark genug ist, dafs er nicht etwa über der gleichmäfsigen Steigerung den ursprünglich mitgedachten Grad der Vollkommenheit, gleichend der Stärke der Färbung in dem Urbilde des Künstlers, vergifst, und in dem ersten dafs ihm nicht über der beharrlichen Beschäftigung mit dem einen Theile das Bild der übrigen Theile allmählich erlischt und sich hernach anders reproducirt. Sind nun diese beiden Methoden an sich gleich gut: so wird auch unter denselben Bedingungen jeder Wechsel zwischen beiden, wie er nur immer gedacht werden kann, gleich gut sein; und also wird, sobald irgend eine Handlung, die, mit welchem Rechte darf uns hier nicht kümmern, als ein discreter Theil des Ganzen gesetzt war, vollendet ist, und ein neuer Moment beginnen soll, auch eine Wahl eintreten, wenn gleich nur über Ordnung und Folge. Wenn nun diese durch den ursprünglichen Entschlufs nicht bestimmt sind, wodurch können sie jedesmal bestimmt werden? Offenbar nur entweder durch eine überwiegende aber für den ursprünglichen Entschlufs gleichgültige Hinneigung des Handelnden zu einem Theile der Aufgabe vor dem andern, oder durch eine äufsere Mahnung und Aufforderung, welche von einem Theile aus stärker an den Handelnden ergeht, als von den übrigen. Und jede dieser Bestimmungsweisen für sich abgesehen von der andern ist untadelhaft.

Denn jene innere Hinneigung ist zwar für den sittlichen Willen zufällig; aber wäre sie auch das allerzufälligste innere, was wir Laune nennen, da sie einen Theil der Aufgabe realisirt in einem Moment, wo sonst aus Mangel eines anderen Bestimmungsgrundes keiner wäre realisirt worden, so ist sie eine richtige Bestimmung, und wir könnten hierüber folgende Formel aufstellen: „Thue in jedem Augenblick dasjenige sittliche Gute, wozu du dich lebendig aufgeregt fühlst.“ Und da die Hinneigung dem sittlichen Willen doch fremd ist: so kann es auch gleich gelten, ob sie eine ursprünglich einfache ist, oder ob zwei verschiedene innere Aufregungen vorhanden waren, aus deren Streite nur ein Ueberschufs der einen über die andere zurück geblieben ist. Denn die Bestimmung kann doch erst eintreten, nachdem dieser Streit, für den in dem ursprünglichen sittlichen Entschlufs kein Entscheidungsgrund liegt, irgend anderswie entschieden und die Collision der Neigungen geschlichtet ist. Eben so und aus demselben Grunde ist die äufsere Aufforderung an und für sich ein richtiger Bestimmungsgrund, und es wäre die Formel aufzustellen: „Thue jedesmal das, wozu du dich bestimmt von aufsen aufgefordert findest.“ Nur dafs hier nicht gleich gilt ob die Aufforderung eine einfache ist oder nicht. Denn die äufseren Aufforderungen reduciren sich nicht wie die inneren Erregungen von selbst auf einen Ueberschufs; sondern ein Streit zwischen ihnen könnte nur durch ein Urtheil des Handelnden geschlichtet werden, welches anderweitig erst mit Rücksicht auf den allgemeinen Entschlufs müfste begründet, und demnach eine andere Formel um die Dringlichkeit der Aufforderungen zu messen gesucht werden. Beide Formeln aber sind nur wahre Entscheidungen, die eine wenn keine auf einen andern Theil der Gesammtaufgabe gerichtete äufsere Aufforderung sich einer innern Hinneigung entgegen stellt, und die andere umgekehrt. Sobald aber beides gleichzeitig differirt, entsteht auch dem so allein Handelnden ein Zwiespalt, den wir eine Collision nennen, die aber nun keine Collision der Neigungen mehr ist, sondern eine Collision der Maximen. In solchem Falle heben sich beide Formeln auf, und es mufs das Verlangen entstehen nach einem dritten, welches die Entscheidung bewirke. Da nun die Möglichkeit dieses Streites zwischen der innern Neigung und der äufseren Aufforderung, wenn beide nicht dasselbe sittliche Handeln fördern wollen, immer ge-

geben ist; so sind auch eigentlich die beiden aufgestellten Formeln niemals wahre Pflichtformeln, sondern nur diejenigen sind solche, welche die Lösung dieses Streites in sich enthalten. Denn Pflichtformeln selbst dürfen nicht mit einander im Streite sein. Doch wird der Einzelne die Lösung in sich selbst finden, und immer sagen können er habe pflichtmäfsig gehandelt, wenn er weder die Neigung der Aufforderung noch umgekehrt aufopfert, sondern sie in dem beiden gemeinschaftlichen verbindet. Denn der Neigung soll man folgen, weil das am besten geräth was mit Lust geschieht; und der Aufforderung, weil das am besten geräth, was im günstigen Augenblick geschieht. Vergleicht er also beide nur in dieser Hinsicht: so hat er nach einem Kanon gehandelt, der über jenen beiden stehend so lautet: „Thue unter allem sittlich Guten jedesmal das, was sich in der gleichen Zeit durch dich am meisten fördern läfst." Nur giebt es hier keine objective allgemeingültige Entscheidung sondern nur die subjective der ungetheilten Zustimmung. Bei dieser werden wir uns also auch begnügen müssen in dem gegenwärtigen Zustand für dasjenige Handeln des Einzelnen, und zwar gleichviel ob von einer natürlichen oder einer moralischen Person die Rede ist, welches ebenfalls so weit menschliche Einsicht reicht, als ein ihm ganz eignes abgeschlossenes Gebiet erscheint. Nicht also, als ob es auf diesem Gebiet, wie es häufig nicht nur im Leben sondern auch wissenschaftlich angenommen wird, gar keine Pflicht und nichts pflichtmäfsiges sondern nur erlaubtes gäbe; sondern nur dafs die Pflichtmäfsigkeit einzig auf des Handelnden subjectiver Ueberzeugung von der gröfsten Zuträglichkeit der Handlung für das ganze sittliche Gebiet beruht.

Allein der gröfste Theil des sittlichen Lebens wird dieser Regel entzogen und mufs unter eine andere gestellt werden, deshalb weil es nur eine Fiction ist, dafs der Einzelne Mensch allein die ganze sittliche Aufgabe oder auch nur einen Theil derselben wirklich abgeschlossen für sich allein vor sich habe. Vielmehr ist die Aufgabe eine gemeinschaftliche des menschlichen Geschlechts. Jeder Einzelne findet sich, sobald die Möglichkeit eines sittlichen Handelns in ihm entsteht, ja immer schon viel früher nämlich am Anfange seines Lebens, in dieser Gemeinschaft, und wird von derselben so festgehalten, dafs keiner in Bezug auf irgend einen Theil seines sittlichen Handelns sich so vollkommen

isoliren kann, dafs er nicht immer durch diese Gemeinschaft mit bestimmt wäre. Hierdurch nun wird das sittliche Handeln der Botmäfsigkeit der bisher zum Grunde gelegten für sich selbst nicht weiter theilbaren Formel entzogen, und es entsteht eine andere Nothwendigkeit als nur die bisher bemerkte, welche war innere Neigung und äufsere Aufforderung gegen einander auszugleichen, nämlich die einer gegenseitigen Verständigung über die Theilung der Aufgabe und das Zusammenwirken zu ihrer Lösung. Da nun aber aufser dieser keine andere dem sittlichen Handeln des Einzelnen vorangehende und es schon zum voraus bestimmende Naturvoraussetzung vorhanden ist: so müssen aufser jener dem einzelnen Menschen für sich zum Grunde liegenden alle andern Pflichtformeln sich auf diese Voraussetzung beziehen, und die Nothwendigkeit ein System derselben aufzustellen kann nur in diesem Gemeinschaftszustand gegründet sein, wie denn auch aus jener ersten Formel keine eigenthümliche Theilung hervorgehen will. Auf der andern Seite aber da wir jeden einzelnen sittlichen Willensact nur ansehen können als einen Ausflufs aus jenem allgemeinen, der das ganze sittliche Leben constituirt und auf eine wahre Totalität ausgeht: so mufs zugleich eben dieses, dafs jeder Einzelne den Gemeinschaftszustand sittlich anerkennt auf jene ursprüngliche Pflichtformel zurückgeführt und als ein Akt absoluter Identität der innern Neigung und der äufseren Aufforderung gesetzt werden; welches auch schlechthin postulirt werden kann, und nichts anderes aussagt als die Ethisirung der geselligen Natur des Menschen. Hierdurch ist aber zugleich bevorwortet, dafs, da der Einzelne, sofern er durch einen freien Willensact den Gemeinschaftszustand anerkennt, auch wieder über demselben steht, und daher auch die ursprüngliche Pflichtformel nur modificirt durch diese Anerkennung überall gültig bleibt, nun jede einzelne aus dem Gemeinschaftszustand sich ergebende Pflichtformel auch immer jene ursprüngliche ,,nach eigner Ueberzeugung jedesmal das sittlich gröfste zu thun'' in sich schliefsen mufs.

Zu allererst also, und ehe wir weiter gehen, müssen wir untersuchen, ob nicht etwa auch dieses beides in Widerspruch mit einander kommen kann, und also beide Formeln sich auch als Pflichtformeln aufheben und eine dritte nöthig machen. Es erledigt sich aber dieses Bedenken schon dadurch, dafs die Anerkennung des Gemeinschafts-

zustandes selbst nur als eine pflichtmäfsige Handlung zu Stande kommen kann, und dafs sie also nur möglich ist unter der Form der subjectiven Ueberzeugung, die Anerkennung des sittlichen Gemeinschaftszustandes mit allem was nur die zeitliche Entwicklung derselben ist, sei ein für allemal das sittlich gröfste, was der einzelne Mensch thun kann, und er würde also durch alles, was mit dieser Anerkennung im Widerspruch stehen würde, allemal wenigstens das sittlich kleinere thun und also pflichtwidrig handeln. Dafs nun im wirklichen Leben diese Ueberzeugung immer vorherrscht, und das Gegentheil nur als ein partieller Wahnsinn zu Tage kommt oder als eine verkehrte und irrthümliche Form der Regeneration des Gemeinschaftszustandes, dies bedarf hier nur angedeutet zu werden. Eben so aber auch auf der andern Seite, wenn wir uns denken die Gemeinschaft schon bestehend, und nun den Einzelnen, sobald dieser sie anerkennt, zugleich in sich aufnehmend; so kann sie ihn nur so aufnehmen, wie er sie anerkennt, also mit seinem ursprünglichen der Anerkennung selbst zum Grunde liegenden sittlichen Willen. Wie nun aber das Eintreten des Einzelnen in die Gemeinschaft ein zeitliches ist, also ein Werden: so ist auch die Identität der Ueberzeugung Aller über die successive Lösung der sittlichen Aufgabe mit der eines Jeden ein Werden; und dafs sie, sofern sie noch nicht ist immer im Werden bleibe, und zwar als eine Wechselwirkung zwischen Allen und Jedem, ist die Grundbedingung alles sittlichen Gemeinlebens, indem nur auf diese Weise allmählig ein Zusammenstimmen in der Anwendung der Pflichtformeln entstehen wird.

Nachdem dieses vorausgeschickt ist, werden wir nun versuchen können die allgemeine Pflichtformel, „Jeder Einzelne bewirke jedesmal mit seiner ganzen sittlichen Kraft das möglich gröfste zur Lösung der sittlichen Gesammtaufgabe in der Gemeinschaft mit Allen," zu einem das ganze sittliche Gebiet erschöpfenden System von untergeordneten Formeln zu entwickeln. Es ist jedoch gegenwärtig meine Absicht nur diejenigen, die der allgemeinen am nächsten stehen, zu verzeichnen, wodurch schon eine Uebersicht des Ganzen gewonnen wird, weitere Erörterungen aber und gröfsere Vereinzelung auf eine zweite Abhandlung zu versparen. Ich bemerke nur, dafs wenn wir gleich von einem Wechselverhältnifs

zwischen der Gemeinschaft und dem Einzelnen ausgehen, wir dennoch in der Construction der Pflichtenlehre nur den Einzelnen als handelndes Subject, welches die Pflichtformeln in Anwendung bringen soll, betrachten. Dieses rechtfertigt sich einerseits dadurch, daſs die absolute Gemeinschaft Aller in einem bestimmten Wechselverhältniſs mit jedem Einzelnen in jedem Falle noch nicht besteht, sondern immer nur wird, und also auch nicht als wirklich schon einzeln handelndes Subject aufgeführt werden kann, sondern nur als das, welches werden soll und auf dessen Werden gehandelt wird. Andrerseits rechtfertigt es sich dadurch, daſs untergeordneter und wirklich schon bestehender Gesellschaften sittliches Handeln doch immer nur aus dem pflichtmäſsigen Handeln aller Einzelnen hervorgehn kann, also eigner Pflichtformeln nicht bedarf; sofern aber solche Gemeinschaften andern gegenüber selbst als Einzelne erscheinen, muſs auch für sie gelten was von den natürlichen Personen gilt. Hierzu gehört freilich auf der andern Seite als Gegenstück auch noch dieses, daſs wenn der Einzelne angesehen wird als in die schon bestehende Gemeinschaft eintretend, sein sittliches Handeln überall nur erscheint als ein Anknüpfen an das schon bestehende, mithin mehr durch die Gemeinschaft bestimmt als durch ihn, so daſs das Gegentheil des eben gesagten rathsamer scheint, nämlich die Gemeinschaft als das ursprünglich handelnde Subject in der Pflichtenlehre zum Grunde zu legen. Allein die Gemeinschaft besteht nur durch das fortwährende Handeln der Einzelnen in ihr, und ist also selbst nur als deren That anzusehen, so daſs jedes anknüpfende Handeln eigentlich doch ein die Gesellschaft stiftendes und in jedem Augenblick wieder erzeugendes ist.

Aus diesen Betrachtungen nun gehen zwei Eintheilungsgründe hervor für das ganze Gebiet des pflichtmäſsigen Handelns. Der erste nämlich ist dieser. Eine Gemeinschaft könnte nicht bestehen, wenn nicht die sittliche Kraft in allen Einzelnen dieselbe und die sittliche Aufgabe für Alle dieselbe wäre, und dadurch also ist bedingt ein in Allen gleichzusetzendes Handeln. Allein sofern der sittliche Wille jedem Einzelnen einwohnet in seiner Person, und jeder als ein schon irgendwie gewordener die Ausführung dieses Willens beginnt auf den Grund seiner Ueberzeugung, welche der Ausdruck ist seiner von allen Andern unter-

schiedenen sittlichen Person, und jeder nur so in die Gemeinschaft aufgenommen wird: so bedingt eben dieses ein für jeden eigenthümliches von Allen aber anzuerkennendes Handeln. Wir nennen vorläufig jenes das universelle und dieses das individuelle Gebiet. In der allgemeinen Pflichtformel sind beide ineinander gesetzt, mithin ist jedes nur ein sittliches, wenn es zugleich auf das andere bezogen wird, und es entstehn uns für diese beiden Handlungsweisen aus der ursprünglichen allgemeinen Pflichtformel zwei besondere und abgeleitete. Die erste, „Handle jedesmal gemäfs deiner Identität mit Andern nur so, dafs du zugleich auf die dir angemessene eigenthümliche Weise handelst." Die Nothwendigkeit dieser Formel, wenn ein vollkommen sittliches Handeln zu Stande kommen soll, wird schon jedem daraus einleuchten, dafs ein in Bezug auf die andern vollkommen richtiges Handeln doch als ein relativ leeres, also unvollkommnes erscheint, wenn ihm das Gepräge des eigenthümlichen ganz abgeht, indem durch die Forderung auf Uebereinstimmung, welche die Andern machen können, die Art und Weise der Handlung doch nie vollkommen bestimmt wird. Will aber die Gesammtheit ihre Anforderungen bis zu einer gänzlichen Unterdrückung des eigenthümlichen steigern: so wird der Einzelne nur unvollkommen anerkannt, die Pflichtmäfsigkeit ist von der Gesammtheit verletzt, und das Resultat ist eine Mechanisirung des ganzen Gesammtlebens, wozu das Chinesische eine bedeutende Annäherung darstellte. Die andre Formel lautet so: „Handle nie als ein von den Andern unterschiedener, ohne dafs deine Uebereinstimmung mit ihnen in demselben Handeln mitgesetzt sei;" denn ohne diese Bedingung wäre aus dem eigenthümlichen Handeln alle Anerkennung der Gemeinschaft vertilgt, und das Resultat würde sein die Verwandlung des sittlichen in ein völlig licenziöses Leben.

Der zweite Eintheilungsgrund ist dieser. Der ursprüngliche sittliche Wille des Einzelnen für sich betrachtet schliefst in sich die Aneignung der ganzen sittlichen Aufgabe. Indem aber der Einzelne die Gesammtheit der handelnden Subjecte, mit denen er sich in Verbindung findet, anerkennt: so stiftet er mit ihnen die Gemeinschaft. Dieses beides nun, Aneignen und Gemeinschaftstiften ist in der ursprünglichen Pflichtformel als Eines gesetzt. Also ist auch jedes für sich nur sitt-

lich in Beziehung auf das andere, und es entstehen daher durch die beiden Momente des ursprünglichen sittlichen Willens aus der allgemeinen Pflichtformel zwei besondere einander ergänzende Formeln. Die erste „Eigne nie anders an, als indem du zugleich in Gemeinschaft trittst." Diese schliefst alles egoistische aus von dem sittlichen Handeln, und schliefst den Einzelnen so ganz in die Gemeinschaft ein, dafs er nie einen Theil der sittlichen Aufgabe ausschliefsend für sich nehmen, noch auch irgend etwas von dem durch sittliches Handeln und zwar gleichviel ob durch sein eignes oder durch fremdes gebildeten in Beziehung auf sich allein haben und behalten darf, sondern immer nur in Bezug auf die Gemeinschaft und für sie. Die andere „Tritt immer in Gemeinschaft, indem du dir auch aneignest." Diese sichert dem Einzelnen in der Gemeinschaft seine sittliche Selbständigkeit, damit er zwar immer in der Gemeinschaft, in ihr aber auch wirklich so handle. Denn es giebt kein anderes Aneignen als nur des wenn ich so sagen darf sittlichen Stoffes, um ihn zum Gut aber immer wieder zum Gemeingut zu bilden.

Wie nun in diesen vier Formeln das Ganze erschöpft sei, so dafs es aufser ihnen keine weiter giebt, sondern nur wie sie selbst aus der allgemeinen als ihr untergeordnete Entwicklungen dadurch entstanden sind, dafs die allgemeine Naturvoraussetzung des sittlichen Handelns mit in Betrachtung gezogen wurde, eben so auch alle anderen nur untergeordnete Entwicklungen von ihnen sein können entstehend aus einer nähern Betrachtung der sittlichen Gesammtaufgabe und ihrer Beziehung auf jene Voraussetzung; dies kann vorläufig bis auf nähere Erörterung einigermafsen geprüft werden, theils wenn wir auf unsere anfängliche Fiction zurückgehen, und unsere Formeln mit ihr vergleichend finden, dafs sie nichts anderes sind als die Vertheilung derselben Momente auf die Gesammtheit der Einzelnen, von denen bei dem Einen die vollkommene Lösung der sittlichen Aufgabe abhing. Theils wird auch dasselbe erhellen, wenn man betrachtet, wie die beiden Eintheilungsgründe einander schneiden, so dafs es giebt ein universelles Gemeinschaftbilden und ein eben solches Aneignen, so wie auch ein eigenthümliches Aneignen und ein eben solches Gemeinschaftbilden. Die beiden Gemeinschaftsgebiete sind die des Rechtes und der Liebe, die beiden Aneig-

nungsgebiete sind die des Berufs und des Gewissens; letzteres auf besondere Weise so genannt, weil in der Aneignung in Bezug auf die Eigenthümlichkeit das ursprüngliche Verhältnifs des Einzelnen zur Gesammtheit der sittlichen Aufgabe wiederkehrt, und also über die Pflichtmäfsigkeit im Einzelnen dieses Gebietes nichts anderes entscheiden kann als dieselbe subjective Ueberzeugung. Diese Gebiete bedingen einander gegenseitig; und die Bezugnahme auf alle übrigen, indem man vorzüglich für eines von ihnen handelt, mufs die Sicherheit geben, dafs keine Collisionen entstehen können. Wir wollen daher sagen, der Ausdruck „Begieb dich unter kein Recht ohne dir einen Beruf sicher zu stellen und ohne dir das Gebiet des Gewissens vorzubehalten;" sei die allgemeine Collisionsfreie Formel der Rechtspflicht; die gleiche aber für die Liebespflicht laute so „Gehe keine Gemeinschaft der Liebe ein, als nur indem du dir das Gebiet des Gewissens frei behältst und in Zusammenstimmung mit deinem Beruf." Und ähnliches wird von den beiden andern gegenüberstehenden Punkten zu construiren sein, so dafs alle sich gegenseitig mehr oder weniger unmittelbar bedingen. Alles aber wobei irgend Pflichtformeln in Anwendung kommen können, wird in einem von diesen Gebieten, wenn die Ausdrücke in dem angegebenen Sinne genommen werden, auch gewifs enthalten sein.



# Abhandlungen

der

# historisch-philologischen Klasse

der

Königlichen

Akademie der Wissenschaften

zu Berlin.

---

Aus dem Jahre

1824.

---

Berlin.

Gedruckt in der Druckerei der Königlichen Akademie
der Wissenschaften.

1826.

In Commission bei F. Dümmler.



# Inhalt.



Ueber

# einige historische und politische Anspielungen in der alten Tragödie.

Von

H^rn. SÜVERN.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 13. Januar 1824.*)]

Bekanntlich ist die alte Tragödie und die alte Komödie voll von Nebenzügen und Anspielungen, welche, gleicherweise wie die in die Dramen Shakespeare's (1) häufig eingestreueten temporellen Nebenbeziehungen, zu historischen und antiquarischen Forschungen, oder zur Zeitbestimmung der Stücke, worin sie vorkommen, vielfach benutzt werden. Wie manche schätzbare Notizen durch deren Beachtung aber auch schon gewonnen oder noch zu gewinnen sind, so ist doch Vorsicht und Behutsamkeit dabei nöthig, um nicht zu viel zu sehn, oder zu viel und voreilig zu folgern.

Wenn man gleich z. B. aus Aristophanes sehr Vieles zu genauerer Kenntnifs des attischen Gerichtswesens, der Gesetze, des Herganges bei den Volksversammlungen, und andrer öffentlichen Verhältnisse schöpfen kann, so wird man, um den reinen und zuverlässigen historischen Ertrag aus den betreffenden Stellen zu erhalten, doch nie, in wie weit sie in die karrikirende und, ganz nach Art der Redner, im Grofsen wie im Kleinen übertreibende Tendenz der alten Komödie überhaupt,

*) Diese Abhandlung kann als Anmerkung oder Excurs zu einer vielleicht künftig zu liefernden gröfsern verwandten Inhalts betrachtet werden, woraus sie auch in der That entstanden ist.

(1) S. u. a. Drake's *Shakespeare and his times Vol. II, p.* 356. 419. 423 u. a. m.

oder in die jedesmalige satirische Absicht des Dichters verflochten sind, in Anschlag zu bringen vergessen. So wird u. a. niemand mit Aristophanes in den Acharnern Vs. 529. fg. (Leipziger Ausg.) und im Frieden Vs. 610. den Ursprung des Peloponnesischen Krieges von der Feindschaft der Athener mit den Megarern und dem bekannten, von Perikles bewirkten, Volksbeschlusse gegen Megara allein, noch diesen Beschlufs insonderheit wieder mit dem Komiker in der erstern Stelle von der wechselseitigen Hetärenentführung lustiger Gesellen aus Athen und Megara, und der Erbitterung der Aspasia darüber, oder der in der zweiten angegebnen Veranlassung, in Ernst ableiten wollen, da es jenem an beiden Stellen sichtlich nur darauf ankommt, die Ursach des grofsen, über ganz Hellas und seine Inseln so lange und heftig wüthenden Krieges als recht geringfügig und von blofsen Persönlichkeiten des Perikles, nicht von der Volksneigung, ausgegangen darzustellen; sondern man wird vielmehr von dem erwähnten, aus der Sage der mit jener Stelle der Acharner den Athenern selbst wieder entgegenspottenden Megarer [1] geschöpften Umstande und der Möglichkeit, dafs solch ein Gerücht nur hat entstehn können, als sichre historische Thatsache nur den so oft von den Komikern bespöttelten auch politischen Einflufs der Aspasia auf Perikles entnehmen, welcher sich auch in der weit stärker begründeten und auch historisch bezeugten [2] Nachricht von ihrem Antheile an Erregung des Krieges gegen die mit ihrer Vaterstadt Milet wegen Priene entzweieten Samier kund giebt [3]. Eben so wenig wird man auf der andern Seite in der bekannten, wenn gleich für die Eintheilung der attischen Staatseinkünfte [4] und, selbst gegen die Angabe eines Historikers, für deren jährlichen Ertrag äufserst wichtigen Stelle der Wespen Vs. 676. fg. einige Uebertreibung in dem letztern mit Böckh [5] anzuerkennen, Bedenken tra-

---

(1) *Plutarch. Pericl. c.* 30.

(2) *Plutarch. l. c. c.* 40.

(3) Anders ist auch die Notiz eines *Lexici Segueriani* bei Bekker *Anecd. graec. Vol. I, p.* 453, 14: *Δοκεῖ δὲ (Ἀσπασία) δυοῖν πολέμοιν αἰτία γεγονέναι, τοῦ τε Σαμιακοῦ καὶ τοῦ Πελοποννησιακοῦ*, wohl nicht zu verstehn.

(4) Böckh Staatshaushalt der Athener. Th. I, S. 320.

(5) a. a. O. S. 465.

gen, da es hier dem Komiker offenbar darum zu thun ist, eine möglichst ansehnliche Summe hervorzurechnen.

Wenn und in wie weit hingegen dergleichen historische und antiquarische Nebenzüge durch ähnliche Absichten des Dichters nicht berührt und von ihnen modificirt sind, gebührt ihnen gewiſs alle Aufmerksamkeit und Beachtung. So hat der Ausfall auf Hyperbolos in den Wolken Vs. 625 folg. hauptsächlich nur satirischen Werth. Wenn aber Tittmann (1) in derselben Stelle nur das τῆτες beachtet hätte, so würde er sie vielmehr zu Bestätigung der aus Aischines Ktesiphontischer Rede — woraus die a. a. O. in Beziehung auf die Pylagoren angeführte Stelle ebenfalls miſsverstanden ist, in welcher indeſs Bekker erst die richtige Leseart ἀεὶ für εἰσαεὶ gegeben hat — hervorgehenden (2) nur jährigen Dauer der Function eines Hieromnemon in Athen benutzt, als aus dem Scholiasten, welcher das τῆτες auch nicht einmal übersehn hatte, eine lebenslängliche Dauer derselben gefolgert haben. Aber auch selbst dies letztere mit Unrecht, da der Scholiast nur sagt, kein Geschichtschreiber habe der Hieromnemonie des Hyperbolos in dem Jahre gedacht, weil dieser bei Lebzeiten des Kleon nicht hervorgeragt habe, keineswegs aber, daſs Kleon, der ja auch erst Ol. 89, 3, also zwei Jahre nach Aufführung der Wolken, bei Amphipolis geblieben ist, sein ganzes Leben hindurch Hieromnemon und Hyperbolos sein Nachfolger hierin gewesen sei.

Aehnlicher Beispiele ließsen sich mehrere aufstellen. Im Allgemeinen aber, und in besondrer Hinsicht auf die alten Tragiker, scheint wohl bedacht werden zu müssen, daſs alle solche Anspielungen auf Begebenheiten und Verhältnisse erst durch die Zeit eine historische Bedeutung gewonnen haben, daſs sie ursprünglich auf den lebendigen Eindruck auf das Volk bei Aufführung der Stücke berechnet, oder, um mich eines guten Ausdrucks des alten Scholiasten zum Sophokles (3) zu bedienen, κινητικαὶ τοῦ θεάτρου waren, daſs sie der alten Komödie, welche ganz in der Gegenwart steht und sich vielfach mit ihr verschlingt,

(1) Ueber den Bund der Amphiktyonen. S. 88.

(2) S. Van Dale *dissertatt. p.* 425. Vergl. Ste Croix *sur les gouvernemens fédératifs. p.* 30.

(3) Zum *Oedipus Tyrannus* Vs. 264.

durchaus natürlich sind, die alte Tragödie aber, welche sich ihrem innersten Wesen nach weit über die Gegenwart erhebt, durch dergleichen Züge, und die Nebenbeziehung auch ganzer Stücke auf bürgerliche und Staatenverhältnisse, ihre populäre Neigung, sich an dieselbe wieder anzuschliefsen, offenbart. Woraus folgt, dafs, wenn eine angenommene Anspielung von der Art ist, dafs sie das ein durchaus öffentliches Staatsleben führende, mit der frühern wie mit der Tagsgeschichte vertraute und aufgeweckte Volk gleich treffen, von ihm ohne vieles Nachsinnen verstanden werden, und eine schlagende Wirkung verbreiten konnte, sie dann als eine solche anerkannt werden mag, wenn aber ihre Beziehung so versteckt ist, dafs deren Verständnifs auch dem damaligen Volke nicht ohne vieles und gekünsteltes Suchen klar werden konnte, sie als eine ächte, vom Dichter beabsichtigte Anspielung mit Grund bezweifelt werden kann.

Eine ächte Anspielung scheint mir z. B. nicht zu verkennen in den zwei Stellen der Perser Vs. 82. und 282. (nach der neuesten Schützischen Ausgabe) und Aischylos erst vollkommen verständlich zu werden durch Entdeckung der Beziehungen, worin diese Stellen auf die beiden kurz vor dem Einfalle des Xerxes in Attika den Athenern gegebenen und von Herodotos (VII, 140 und 141.) aufbewahrten Orakel und die den Entschlufs der Athener über die Art der Kriegführung entscheidende Erklärung des Themistokles von dem Sinne des letztern stehn. Indem er nehmlich in jener erstern Stelle das in dem, von mir schon längst dazu angemerkten, und jetzt auch von **Blomfield** zur Bestätigung der Lesart angeführten, Vs. 6. des erstern Orakels vom Ares prädicirte *Συριηγενὲς ἅρμα διώκων* in den Worten *Συριὸν ϑ᾽ ἅρμα διώκων* auf den Xerxes selbst, es erklärend (1), überträgt, und in der zweiten den die Nachricht von der Persischen Niederlage nach Susa überbringenden Boten ausrufen läfst:

---

(1) Vergl. *Herodot. VII*, 100, wo berichtet wird, Xerxes habe das Heer nach dem Uebergange über den Hellespont bei Doriskos gemustert, *διεξελαύνων ἐπ᾽ ἅρματος*. Wenn man die Schilderung des Persischen Heeres in den Persern Vs. 11–85. mit *Herodot. VII*, 60–100. vergleicht, so drängt sich die Vermuthung auf, dafs dem Dichter besonders jene Musterung, wovon er auch ohne Herodots Beschreibung Kenntnifs haben konnte, vor Augen geschwebt habe.

*Ὦ πλεῖστον ἔχθος ὄνομα Σαλαμῖνος κλύειν,*

erinnert er das Volk nicht nur an die Erfüllung jener Orakel überhaupt, sondern vornehmlich auch daran, dafs die Erklärung der Ausrufung *ὦ θείη Σαλαμίς* im Vs. 11. des zweiten Orakels, wodurch Themistokles (1) seinen Rath, den Schiffen das Heil der Stadt anzuvertrauen, rechtfertigte und wider die Gegner durchsetzte, die wahre gewesen, und für die Perser durch den Erfolg alle Ursach eingetreten sey, die Insel Salamis zu verwünschen, wie für die Athener, nach dem Vorgange des Orakels, sie zu preisen. Die Hindeutung auf diesen, für das gesammte Schicksal des Persischen Unternehmens gegen Hellas entscheidenden, Umstand durfte beinah in dem jene ganze grofse Begebenheit und die darin zur See wie zu Lande verrichteten Grofsthaten der Hellenen feiernden Drama nicht fehlen, dessen Tendenz nicht, wie der Verfasser der *Meletemata critica in Aeschyli Persas (Vratislav.* 1818.*)* annimmt, dem Themistokles und der durch ihn wo nicht geweckten — denn dies scheint bereits durch Miltiades See-Expedition geschehn zu seyn (2) — doch entschieden verstärkten Richtung der Athener auf das Seewesen entgegengesetzt seyn konnte, schon aus dem allgemeinen Grunde nicht, weil gewifs niemand, um einen Andern von irgend einem Bestreben abzumahnen, diesem den eignen guten Erfolg solches Bestrebens, wenn auch das Unglück der Gegner in demselben, versinnlichen wird, daher auch Aischylos, der ja selbst in den beiden glorreichen Schlachten bei Salamis und bei Plataia mit gefochten hatte, um jene vermeinte Absicht zu erreichen, seinen Landsleuten vielmehr eignes Unglück zur See und Sieg zu Lande allein, nicht die gänzliche Niederlage der Feinde auch zu Lande als durch den ersten Sieg der Hellenen zur See herbeigeführt (3), hätte vorstellen müssen, und weil er, die Kriegslist, wodurch Themistokles den Xerxes zur Seeschlacht verlockt (4), als den ersten Anfang des Persischen Unglücks so stark hervorhebend (Vs. 351

---

(1) *Herodot. VII,* 143. *Plutarch. Themistocl.* 10.

(2) Vergl. Heeren Handbuch der Geschichte der Staaten des Alterthums. S. 219.

(3) Vergl. *Pers.* 452 fg. 480 fg. 559 fg. 725. *ναυτικὸς στρατὸς κακωθεὶς πεζὸν ὤλεσε στρατόν.* 1006. 1031., und zuletzt noch am Schlufs Vs. 1066 u. 1067.

(4) *Herod. VIII,* 76. *Diodor. XI,* 19.

folg.), auch den Themistokles selbst nicht undeutlich rühmt. Hiermit stimmt zusammen die Erinnerung an des Letztern Erklärung des Orakels. Diese konnte das Volk, dem das Andenken an die acht Jahr vorher gewonnene Salaminische Schlacht mit allen darauf sich beziehenden Vorgängen ohne allen Zweifel gegenwärtig war, lebhaft ergreifen, und dem *ὦ πλεῖστον ἔχθος ὄνομα Σαλαμῖνος κλύειν* des Persischen Boten mufste in den Gemüthern des athenischen Volks gleich das *ὦ θείη Σαλαμίς* des Orakels entgegentönen. Dafs übrigens der Dichter seine Mitbürger durch die Perser habe erinnern wollen, nicht die Schiffe, sondern die Männer, nicht Stärke zur See allein, sondern auch Kraft zu Lande, sey es, worauf das Heil der Stadt beruhe, will ich mit Obigem nicht bestreiten. Am meisten verwies er sie jedoch auf den Schutz der Götter (Vs. 345.), welche des Xerxes Uebermuth und Vertrauen auf äufsre Stärke durch die schnelle Zertrümmerung seiner ungeheuren Macht gestraft hatten.

Dagegen wird meines Erachtens die Hinweisung auf Perikles und Anspielung auf den Einfall der Peloponnesier und mit ihnen verbündeten Boiotier in Attika im ersten Jahre des Peloponnesischen Krieges und ihren Rückzug, welche Reisig (1) in den Versen 1526-1530 des Oidipus auf Kolonos:

*Αἱ δὲ μυρίαι πόλεις,*
*κἂν εὖ τις οἰκῇ, ῥᾳδίως καθύβρισαν·*
*θεοὶ γὰρ εὖ μέν, ὀψὲ δ᾽, εἰσορῶσ᾽ ὅταν*
*τὰ θεῖ᾽ ἀφείς τις εἰς τὸ μαίνεσθαι τραπῇ,*

sieht, und wonach er die erste Aufführung dieser Tragödie schon zwischen das erste und zweite Jahr des Peloponnesischen Kriegs setzen zu dürfen glaubt, schon deswegen, weil sie zu gesucht und zusammengesetzt, dafs ich nicht sage verworren, und in zu unbedeutende Anknüpfungspuncte verhüllt ist, um vom Volke gleich verstanden werden zu können, nicht zuzugeben seyn, wenn auch eine solche den Worten wie der Sache nach in der Stelle liegen könnte. Dies ist aber nicht möglich. Den Worten nach nicht, weil in dem Satze *κἂν εὖ τις οἰκῇ*, der auf Perikles gehn soll, bei *τὶς* nicht *ἀνὴρ* — wenn gleich Musgrave und Brunck, welcher letztere auch *οἰκῇ* durch *διοικῇ* erklärt, hierin vor-

(1) *Enarratio Oedipi Colonei p. VIII sq.*

gehn — sondern aus dem Hauptsubjecte πόλεις nichts anders als πόλις verstanden werden kann, und die Erklärung des Satzes nach dem bekannten und gar nicht seltenen πόλις εὖ, καλῶς, κακῶς οἰκεῖ von einer gut oder schlecht verfafsten und verwalteten Stadt keinem Bedenken unterworfen ist; sodann auch nicht, weil, wenn in dem Satze Θεοὶ γὰρ εὖ μέν, ὀψὲ δ᾽, εἰσορῶσ᾽ das εὖ darauf, dafs die Peloponnesier bei ihrem Einfalle in Attika die Olivenbäume verschont, und das ὀψὲ auf ihren Rückzug, beides sehr gezwungen, bezogen werden könnte, εἰσορῶσ᾽ in zwiefacher Bedeutung, in Verbindung mit εὖ von obwaltender Fürsorge, mit ὀψὲ von Rache der Götter genommen werden müfste. Der Sache nach nicht, weil die Peloponnesier, da sie die Olivenpflanzungen verschont, nicht Göttliches aus den Augen gesetzt hatten, deswegen auch nicht dem auf Frevel gegen jene Pflanzungen gelegten Fluche und göttlicher Strafe anheim gefallen, sondern freiwillig aus Attika zurückgezogen waren. Der verbannte thebanische König Oidipus will in jenen Worten nur den Theseus, nicht zu verrathen, sondern dafür zu sorgen, dafs immer dem Ersten der Stadt als heiliges Geheimnifs anvertrauet bleibe was er von den Umständen seines Todes sehen werde, und so die Stadt Athen (τήνδε πόλιν) vor feindlicher Verheerung durch die Thebaner, als strafender Folge des Verraths, zu sichern, durch die allgemeine Vorstellung warnen, dafs unzählige Städte, wenn auch eine wohl regiert sey, leicht fehlen durch Frevel und Hintansetzung höherer göttlicher Verhältnisse, die Einer aus ihrer Mitte begehe, und welche die Götter, wenn auch spät, doch stets treffend ahnden; und die einzige Rücksicht, welche dabei auf Thebe genommen wird, liegt nicht in dieser allgemeinen Vorstellung, sondern in der Versicherung, dafs Theseus Athen frei von solcher göttlichen Strafe durch Verheerung von den Männern aus der Saat der Drachenzähne bei ehrfurchtvoller Bewahrung des Geheimnisses der Todesart des Oidipus regieren werde.

Wenn, wie Reisig (1) sagt, die Aeufserungen im Vs. 598. 609. 915. fg. und 1526. des *Oedipus Coloneus* beinah in der Mitte des Peloponnesischen Kriegs oder um Ol. 89, 4, wohin Böckh (2) die erste Auf-

(1) a. a. O. *p. VII.*

(2) *Graecae trag. princ. p.* 187.

führung dieser Tragödie setzt, zu spät kommend und unpassend seyn würden, so würden sie dies nicht minder schon im ersten und zweiten Jahre des gedachten Krieges seyn, da es bereits Ol. 80, 4 zu einem heftigen Kriege zwischen Athen und Thebe gekommen war [1]. Unmöglich ist es auch durchaus nicht, dafs Sophokles durch die Weissagung des Oidipus V. 609-613. die Thebaner würden einmal das gute Vernehmen mit Athen unter unbedeutendem Vorwande brechen, an jenen ersten offnen, von den Thebanern veranlafsten, aber durch die grofsen Siege des Myronides an ihnen gestraften, Ausbruch der Feindseligkeiten zwischen Athen und Thebe nach den medischen Kriegen [2] hat zurückerinnern wollen. Allein mit Gewifsheit läfst sich dies nicht behaupten, da nicht alle die feindseligen Aeufserungen über Thebe, welche neben manchen auch günstigen — z. B. *Oed. Colon.* 915. folg. und in den Chorgesängen der Antigone Vs. 100. fg. und 1102. fg. — in der attischen Tragödie nicht selten vorkommen, nothwendig immer in besondrer Beziehung genommen werden müssen, sondern sich oft aus der allgemeinen, durch das Betragen der Thebaner in den medischen Kriegen genährten und von Sparta angefachten, Eifersucht zwischen Athen und Thebe genügend erklären lassen.

Nicht anders verhält es sich mit den günstigen Aeufserungen der attischen Tragödie über Argos, welche ebenfalls durchaus nicht immer, sondern nur in ausgezeichneten Fällen, eine besondre Bedeutung haben können. Den Athenern war es, seit sich ihr Mifsverhältnifs mit den Spartanern entsponnen, angelegentlich um Freundschaft mit Argos, wie den Spartanern mit Thebe, zu thun. Ein Bündnifs zwischen Athen und Argos wurde Ol. 79, 4 geschlossen, und die in Aischylos Eumeniden Vs. 283-287. liegende, schon von dem Scholiasten erkannte, Beziehung auf dasselbe ist auch von Böckh [3] für die Annahme, dafs die Eumeniden, welche wir noch besitzen, die Ol. 80, 2 mit der ganzen Oresteia zusammen gegebne Bearbeitung dieses Stücks sey, in Anschlag gebracht worden. Es mufs aber mit dieser Stelle die von Apollon, dem

(1) *Thucyd. I,* 107. 108. *Diodor. IX,* 81 folg.

(2) Denn schon vor denselben war Krieg zwischen beiden geführt. *Herodot. V,* 77 fg.

(3) *l. c. p.* 45.

Sachwalter des Orestes vor dem Gericht, kurz vor der Entscheidung Vs. 659. fg. erklärte Absicht, worin er diesen zur Stadt der Pallas gesandt, um nehmlich zwischen dieser und seinem Schützlinge und dessen Nachkommen eine ewige Bundesgenossenschaft zu begründen, und dann ferner der feierliche Eid, womit Orestes Vs. 752-764 Argos den Athenern zu solcher Bundesgenossenschaft verpflichtet, zusammengenommen werden, um die dem Aischylos bei den Eumeniden mit vorschwebende Absicht zu erkennen, jenes Bündnifs als durch die von der Schutzgöttin Athens dem Orestes auf sein Bitten erzeigte grofse Wohlthat und dessen Gegenverpflichtung uralt begründet darzustellen. Auch für die Ökonomie der Eumeniden sind jene Stellen von grofser Wichtigkeit. Denn die Dazwischenkunft der Göttin beruht, wie diese Vs. 391 selbst erklärt, auf dem Gebet des Orestes und dem Versprechen, unter welchem er Vs. 283. fg. ihren Beistand erfleht, und die feierliche Vollziehung der aus jenem und der darauf erlangten Hülfe fliefsenden Verpflichtung steht ihm nothwendig gegenüber. Später eingelegt werden konnten also jene, in die Ökonomie des Ganzen wesentlich verflochtenen, Stellen nicht auf gleiche Weise, wie vielleicht mit dem Chore eine Veränderung hat vorgenommen werden können. Daraus folgt aber, dafs die Eumeniden nicht schon vor dem Jahre des Bündnisses mit Argos, oder Ol. 79, 4, schon einmal gegeben, und dafs, wenn auch die von Hermann [1] aus andern Gründen bestrittene Hypothese einer zweifachen Bearbeitung und Aufführung der Eumeniden dennoch angenommen werden müfste, ihre erste, von den beiden andern Stücken der Oresteia abgesonderte, Aufführung auf keinen Fall schon Ol. 77, 4 geschehn seyn kann. Bemerkenswerth ist es nun zwar, dafs nicht allein die Eumeniden, sondern auch die beiden andern Theile der Oresteia, eine deutliche durchgehende Beziehung nicht blofs auf das Agamemnonische Haus, sondern auch auf Argos haben. Im Agamemnon werden nicht nur Argos und die Argeier als Zerstörer von Ilion in mehreren Stellen verherrlicht, sondern der Schlufs dreht sich ganz um die dem feigen Aigisthos vom Chore streitig gemachte (V. 1633. 1655) Herrschaft über Argos. In den Choëphoren

---

(1) *De choro Eumenidum Aeschyli dissert. II, p. VIII sq.*

treibt es den Orestes nicht blofs, den Tod seines Vaters an dessen Mördern zu rächen, sondern auch die glorreichen Zerstörer Troja's von deren Herrschaft zu befreien (Vs. 299. fg.), und nachdem er die beiden Tyrannen des Landes todt dargestellt (Vs. 965. fg.) wird er als Befreier von Argos anerkannt (Vs. 1039). In den Eumeniden wird er, gegen den Einspruch des ernsten strengen Chores, dafs er nicht in dem mit dem Blute seiner Mutter von ihm benetzten Lande wohnen, nicht die Gemeinschaft der Bürger in Argos theilen könne (Vs. 643. fg.), durch die Gnade der Pallas nicht blofs entsündigt, sondern auch seinem Vaterlande wiederhergestellt (Vs. 744. fg.) (1), und dieses durch ihn den Athenern zu ewiger Bundesgenossenschaft verpflichtet. So hängt die ganze Oresteia auch in dieser, dem spätern demokratischen Charakter der Verfassung von Argos (2) eben so sehr, wie das Benehmen des argeiischen Königs Pelasgos in Aischylos *Supplicibus*, zusagenden, Beziehung zusammen, und nicht auf die Eumeniden allein ist letztere beschränkt, sondern erreicht nur in diesen ihr Ziel. Hieraus läfst sich aber nicht folgern, dafs die Eumeniden nur mit der ganzen Oresteia zusammen, und nicht schon einmal vor derselben besonders, gegeben seyn können. Auch der *Oedipus Coloneus* steht in innerer Beziehung mit der Antigone — wie diese mit Aischylos Sieben gegen Thebe, an welche sie sich, wie ich schon anderswo (3) bemerkt habe, unmittelbar anschliefst — und weiset durch die Bitte des Polyneikes an seine Schwestern (Vs. 1400.), wenn seines Vaters Fluch an ihm Erfüllung habe und sie selbst nach Thebe zurückkehrten, seinen Leichnam zu bestatten, so wie durch den Schlufs, worin die Jungfrauen den Theseus um Geleit nach Thebe bitten (Vs. 1760. fg.) und dieser es ihnen gewährt, sehr bestimmt und gewissermafsen vorbereitend auf die Antigone hin. Demohngeachtet ist nichts gewisser, als

(1) Dafs hier die von Euripides in der *Electra* Vs. 1273. befolgte Sage, wonach Orestes, vom Areopag losgesprochen, nach Arkadien gewandert, wohin er bei ebendemselben im *Orestes* Vs. 1667. gleich nach dem Morde der Klytaimnestra und des Aigisthos, und noch ehe er sich nach Athen begiebt, gelangen soll, nicht eingemischt werden dürfe, versteht sich von selbst.

(2) S. Tittmann's Staatsverfassungen des Alterthums S. 555 fg.

(3) In der Schrift über Schiller's Wallenstein in Hinsicht auf die griechische Tragödie. S. 227.

dafs die Antigone mehrere Jahre vor dem Oidipus auf Kolonos zum ersten Male gegeben ist. Der schon oben angeführte Verfasser der *meletemata critica in Aeschyli Persas* setzt (p. 14.) die erste Aufführung der Eumeniden in Ol. 79, 4 selbst, allein aus keinem andern Grunde, als wegen ihrer Beziehung auf die durch Perikles und Ephialtes bewirkte Schmälerung des Areopag, und nicht übereinstimmend mit der gleich darauf folgenden Angabe, dafs letztere ein Jahr vor der ersten Aufführung der Eumeniden — also obiger Annahme zufolge Ol. 79, 3 — geschehn sey, da sie bekanntlich erst Ol. 80, 1 vor sich ging (1). Es läfst sich indefs eine ähnliche Bewandnifs mit den Eumeniden denken, wie es mit den Ἱκέτιδες des Euripides gehabt haben kann, die wahrscheinlich in demselben Jahre, worin das zehn Olympiaden später, nehmlich Ol. 89, 3, mit Argos unterhandelte Bündnifs zu Stande kam (2), und, nach Hermanns Vermuthung (3), vielleicht in Gegenwart der argeiischen Gesandten gegeben wurden, um dies Bündnifs beiden Theilen, vornehmlich den Argeiern, als auf alten Verbindlichkeiten beruhend, und durch sie geheiligt, darzustellen. Es ist nicht zu läugnen, dafs die Annahme einer gleichen Absicht des Aischylos bei den Eumeniden in Hinsicht auf das frühere Bündnifs zwischen Athen und Argos, und die darauf gestützte Folgerung über das Jahr einer ersten Aufführung der Eumeniden, bei welcher jedoch auch vorausgesetzt werden mufs, dafs die Schmälerung des Areopagos auch schon Ol. 79, 4. betrieben sey und der Tragiker durch die Darstellung der uralten Würde und Heiligkeit dieses Tribunals davon habe abmahnen wollen, etwas für sich hat — wenn anders eine solche frühere Aufführung des Stücks noch aus andern Gründen behauptet werden kann, was ich der nähern Prüfung unsers geehrten Herrn Collegen Böckh überlassen mufs, da es mir nur darauf ankam, die bei dieser Frage noch nicht genugsam erwogene Beziehung der Oresteia und vornehmlich der Eumeniden auf Argos mehr herauszuheben und zur Sprache zu bringen.

---

(1) *Diodor. XI,* 77.

(2) Böckh *l. c. p.* 187.

(3) *Praefat. ad Eurip. Suppl. p. IV.*

Euripides hat aber seine *Supplices* offenbar ganz auf das spätere, allein nach kurzer Zeit schon wieder gebrochne, Bündnifs mit Argos, wie Aischylos die Eumeniden auf das frühere, gegründet, wahrscheinlich nicht ohne Rücksicht auf diesen. Es kommt nehmlich jenem augenscheinlich darauf an, einerseits eine sehr alte Feindschaft zwischen Thebe und Argos, und andrerseits eine eben so alte Verbindlichkeit der Argeier gegen Athen, nachzuweisen. Indem er nun die letztere von der dem Adrastos und den Argeiern durch Theseus erzeigten Wohlthat und dem dafür diesem auf Verlangen der Athene geleisteten Eide (Vs. 1201. fg. 1223. fg. 1259. *ed. Herm.*) in ähnlicher Form, wie Aischylos, ableitet, führt er sie in eine noch frühere Zeit, als dieser, zurück, ja knüpft sie an die älteste nach Athen gekommene *ἱκετεία* eines Fremden ([1]), und wollte vielleicht Jenen dadurch überbieten.

Es kann indefs auch Aischylos, welcher überhaupt auf das gute Vernehmen zwischen Argos und Athen, auch nach seinen, so aufserordentliche Lobpreisungen und Segnungen der Argeier enthaltenden, ihren König Pelasgos als ausnehmend fromm und bürgerlich gesinnt ([2]), beinah wie der Oidipus auf Kolonos den Theseus, darstellenden, und deshalb gewifs nicht vor Schliefsung des Bündnisses Ol. 79, 4, sondern wahrscheinlich, wie schon Joh. v. Müller gemuthmafst, um die Zeit desselben, gegebenen ([3]), Ἱκέτισι zu urtheilen, grofses Gewicht gelegt zu haben scheint, in seinen Ἐλευσίνιοις schon ebenfalls die von Adrastos durch Hülfe des Theseus erlangte Bestattung der in dem Kriege der Sieben vor Thebe Gebliebenen zur Nachweisung einer noch vor der Zeit des Orestes begründeten Verpflichtung der Argeier gegen Athen benutzt haben, woraus sich denn muthmafsen liefse, dafs die Ἐλευσίνιοι etwa gleichzeitig mit einer ersten Aufführung der Eumeniden und den Ἱκέτισι seyn mögten. Eine Verwandtschaft des Inhalts mit Euripides Ἱκέτισι, scheinen sie auf jeden Fall gehabt zu haben, aber auch eine Verschiedenheit von diesen, beides nach Plutarch im Theseus c. 29., wo es bei

(1) *Isocr. Panegygr. c.* 15.

(2) *Aeschyl. Suppl.* 369 fg. 400 fg. 485 fg. 526. 608 fg. 939 fg.

(3) Joh. Müller zum Argumente von *Aischylos Supplices* bei Butler. Böckh *l. c. p.* 59.

den Worten: Καταμαρτυροῦσι δὲ τῶν Εὐριπίδου Ἱκετίδων οἱ Αἰσχύλου Ἐλευσίνιοι, ἐν οἷς καὶ ταῦτα λέγων ὁ Θησεὺς πεποίηται, wahrscheinlich ist, dafs die Verschiedenheit darin bestand, dafs nach Aischylos die Gebeine der gebliebenen Anführer bei Eleusis begraben wurden, welche bei Euripides (Vs. 1160. 1200. 1218.) deren Söhnen, um sie nach Argos zu bringen, überlassen werden. Sie konnte sich indefs noch weiter und auch darauf ausdehnen, dafs Aischylos der allgemeinern Sage gefolgt war, nach welcher Theseus die Leichname der Gebliebenen von Kreon durch Ueberredung und Vertrag erlangt hatte, die Euripides ihn durch Krieg gewinnen läfst.

Die Vermuthung kann ich hier aber auch nicht zurückhalten, dafs Aischylos Eleusinier auch zu Sophokles Oidipus auf Kolonos in ähnlichem Verhältnifs gestanden haben mögen, wie die Beziehung zwischen Athen und Argos zu der zwischen Athen und Thebe. Denn wie im Oidipus auf Kolonos der in attischem Boden ruhende Leichnam des vom Theseus aufgenommenen Schützlings Oidipus Athen zum Segen und feindlich gegen Thebe (Vs. 592. fg. 615. 781. fg. 1527. 1526.) wirken soll, so konnten in den Eleusiniern die in Attischem Boden ebenfalls durch Vergünstigung des Theseus bestatteten Gebeine der vor Thebe gebliebenen Argeier als ein religiöses Band, Argos wie magisch an Athen zu knüpfen, vorgestellt seyn. Zugleich ist es mir nicht unwahrscheinlich, dafs wie Sophokles durch den Oidipus auf Kolonos seinen Demos, so der aus Eleusis gebürtige (1) Aischylos durch die Eleusinier schon den seinigen hat ehren wollen. Die Verherrlichung der Mysterien in diesen lag zu nahe, als dafs es unwahrscheinlich wäre, dafs die beiden von dem Scholiasten des Sophokles zu *Oedip. Colon.* 1047 u. 1049 (Brunck) erhaltenen Fragmente des Aischylos ihnen angehörten (2).

Wie leicht aber das athenische Volk politische Reflexionen, Anspielungen und Beziehungen der Tragödien fafste, beweiset die aus Plutarch bekannte schnelle Anwendung, die es von Vs. 577 fg. in Aischylos Persern auf Aristides machte; und was der Eindruck solcher Beziehungen zu wirken vermogte, kann vor Allen das Beispiel der So-

---

(1) S. Butler *in vitam Aeschyli ad lin.* 2.

(2) Butler *in Aeschyli fragm. incerta CXLV.*

phokleïschen Antigone zeigen. Schon der nun auch von Hermann zu Vs. 175 der Antigone angeführte Demosthenes ([1]) wendet die Vs. 175-190 von Kreon gesprochnen Worte auf seine Mitbürger an und sagt, sie seyen schön und recht zu ihrem Frommen gedichtet. Diese Rede des Kreon enthält zwar nur eine allgemeine, aber für Athen sehr gehörige, Erinnerung an die Pflicht der Obrigkeiten, das Interesse ihres Vaterlandes für ihr eigenes höchstes zu halten, und alle andern Verhältnisse ihm unterzuordnen, und die Anwendung, welche Demosthenes davon macht, giebt zu erkennen, wie gut dergleichen verstanden wurde. Aber eine bestimmtere und in ihrer Beziehung auf die damaligen öffentlichen Verhältnisse in Athen vom Volke leicht zu bemerkende Anspielung scheint mir in den Vs. 657-672 zu liegen. Diese ganze Rede des Kreon für die Tugend des Gehorchens und gegen die Anarchie im Staate pafste vortrefflich auf die im Gedränge der Parteien kurz vorher noch schwankende Stadt, in der endlich Perikles durch Vertreibung des Thukydides seinen letzten Gegner besiegt und sich zum alleinigen Haupte des Volks erhoben hatte ([2]), welches sich nun, wie Plutarch ([3]) sagt, „mehrentheils willig, durch Belehrung und Ueberredung von ihm lenken liefs, „zuweilen aber auch recht sehr sperrte und dann von ihm scharf gezügelt und mit Zwang angetrieben wurde." Gewifs ist in jener Stelle der Antigone eine weit klarere und unzweideutigere Hinweisung auf Perikles und das Verhältnifs des Volks zu ihm zu erkennen, als in der oben angeführten aus dem *Oedipus Coloneus*. Vornehmlich konnte sie in den Worten des Vs. 666.

ἀλλ᾽ ὃν πόλις στήσειε τοῦδε χρὴ κλύειν

gleich deutlich und fühlbar werden. Dafs Kreon, der als despotisch vorgestellte, jene Rede spricht, ist nicht hiegegen. Auf die Person, welcher die alten Tragiker irgend eine zeitgemäfse Lehre in den Mund legen, kommt es häufig nicht an. Die von Demosthenes für heilsam den Bürgern erklärten Verse werden ebenfalls von Kreon gesprochen, mit dessen

---

(1) *De falsa legat. p.* 418.

(2) S. Dodwell *annal. Thucyd. ad Ol.* 83, 4 — 84, 1. und die daselbst commentirte Stelle des Plutarch.

(3) *Pericl. c.* 15. *cf. Thucyd. II,* 65.

dramatischem Character es im Ganzen wohl übereinstimmt, auf Ordnung und Gehorsam im Staate zu dringen. Auch ist der Vs. 666.

Nein, wen die Stadt geordnet, dem gehorche man,

ganz dem demokratischen Geiste des Perikleïschen Athen angemessen, und nur in dem Schlusse des darauf folgenden:

Im Guten und Gerechten und im Gegentheil!

spricht sich despotischer Sinn aus.

Wenn man nun fragt, was denn das von Perikles geleitete Volk bewogen haben könne, den Sophokles, und zwar um seiner Antigone willen, wie der Grammatiker Aristophanes in seinem Argumente derselben bezeugt, dem Perikles als Strategen zur Führung des Samischen Kriegs beizugesellen, so darf man wohl zweifeln, dafs sich diese Frage durch die künstlerische Vortreflichkeit der Tragödie allein genügend beantworten lasse, da dieser Grund von seiner Wirkung gar zu verschieden ist, auch kein andres noch so vortrefliches Stück eines alten Dramatikers ähnlichen Erfolg bewirkt hat. Der einzige mir bekannte Fall, welcher sich mit dem des Sophokles vergleichen liefse, würde der von Aelian [1] erzählte seyn, dafs Phrynichos wegen seiner Tragödie Πυῤῥίχαι zum Strategen gewählt sei, wenn nicht in Aelians Berichte, dessen Unzuverlässigkeit sich schon durch die Erwähnung, Phrynichos sei auf der Stelle nach Aufführung des Drama von dem versammelten Publikum gewählt worden (*οὕτως ἄρα κατεκτήσατο τὸ θέατρον καὶ ἐκράτησε τῶν παρόντων, ὥςε παραχρῆμα αὐτὸν εἵλοντο ςρατηγεῖν*), zu erkennen giebt, der Strateg Phrynichos mit Phrynichos dem Dichter der Tragödie Πυῤῥίχαι [2] offenbar zusammengezogen wäre. Und doch sollte er auch nicht wegen dieser Tragödie im Allgemeinen, sondern um einer in ihr liegenden bestimmten Veranlassung, nehmlich um der in ihr vorgekommenen kriegerischen Gesänge und Tänze willen, die Strategie erhalten haben. Das athenische Volk mufs also, aufser dem Kunstwerthe der Antigone, wohl noch einen bestimmteren in ihr liegenden Grund gehabt haben, den

---

(1) *Var. Hist. III*, 8.

(2) *Schol. Aristoph. ad Vespas* 1580. *cf. Schol. ad Aves* 749 *ed. Lips.*

Sophokles zum Strategen mit Perikles zu erwählen, und worin er bestanden darüber giebt meines Erachtens nebst der bemerkten Hinweisung auf Perikles die in den beiden angeführten Stellen ausgesprochne politische und disciplinarische Gesinnung und die pragmatische Haupt-Tendenz dieses ganzen Drama, worin dieselben wesentlich eingreifen, befriedigenden Aufschluſs.

Die Handlung der Antigone besteht nehmlich in dem Conflicte des göttlichen Rechts mit dem menschlichen, motivirt in der Antigone durch Religion und Bruderliebe, im Kreon durch Gefühl für Königspflicht und Herrscherwürde, aber gereizt und getrieben von beiden Seiten durch Leidenschaftlichkeit, trotzigen Eigenwillen und Abweichung von der dem Menschen ziemenden *σωφροσύνη*, deren Folgen auch beide treffen, den Kreon jedoch schwerer, weil nicht menschliche Gewalt, sondern die Macht der Götter selbst, deren Recht er verletzt hat, ihm entgegen steht, auch seine Gemüthsart die der Antigone an Heftigkeit, rascher Unbesonnenheit und verblendeter Vermessenheit weit übertrifft.

Daſs hierin die Handlung, bei der ich mir etwas zu verweilen erlaube, in Hinsicht auf die in ihr mit einander entzweieten Kräfte richtig gefaſst sei, geht schon daraus hervor, daſs weder die Eine noch die Andre der dieselben vertretenden Hauptpersonen bloſs aus persönlichen Antrieben, sondern als Repräsentanten der höhern Motive, die in ihnen wirksam sind, handelt. Denn nicht durch persönliche Neigung und Bruderliebe, obwohl diese sehr groſs ist (Vs. 45. 73. 81. 509. fg. 893. fg. in welcher letztern Stelle jedoch das von der Frau des Intaphernes, wahrscheinlich aus mündlicher Tradition, entlehnte Argument in dem Munde der Antigone ein etwas sophistisches Ansehn hat), allein getrieben wagt es Antigone, des Königs Befehl verachtend, ihren Bruder zu bestatten, sondern weit mehr aus Gehorsam gegen die ewigen Gesetze der Götter und aus Scheu vor dem heiligen Rechte der Unterirdischen, das ihr höher gilt als Kreons Machtspruch und ihr eignes Leben. Das bekennt sie von Anfang (Vs. 74. und 89.), am bestimmtesten aber, als Kreon sie wegen Uebertretung seines Verbots zur Rede setzt, stellt sie ihm (Vs. 446. fg.) das Recht der Götter der Ober- und Unterwelt entgegen:

> Nicht Zeus ja war es, der den Heroldsruf gesandt,
> Nicht Dike auch, Mitwohnerin der Unterwelt,
> Die Recht und Ordnung bei den Menschen stifteten [1];
> Noch meint' ich habe dein Gebot so grofse Kraft,
> Dafs über ungeschriebnes [2] ew'ges Götterrecht
> Ich Sterbliche vermögte keck hinwegzugehn.
> Denn heute nicht und gestern, sondern ewiglich
> Lebt dieses, niemand kundet wann es einst erschien.
> Und dessen wollt' ich nimmer, keines Menschen Sinn
> Und Dünkel scheuend, bei den Göttern Bufse mir
> Verschulden u. s. w.

Und in dieser Gesinnung beharrend, noch am Ende (Vs. 916 fg.) ihre Sache den Göttern anheimstellend, zeigt sie sich als ganz und gar dem Grundmotiv angehörend und in ihm aufgegangen, welches durch sie wirkt, und gewinnt dadurch auch für den angeborenen (Vs. 467 fg.) Trotz und Eigensinn, der sich in allen ihren Reden und Handlungen ausdrückt, einen edlern Character.

Gegenseits giebt Kreon auch nichts von persönlichem Hasse gegen Polyneikes zu erkennen, sondern untersagt dessen Bestattung lediglich in

---

(1) Im Vs. 447 ist bei *οὐδ᾽ ἡ ξύνοικος etc.* aus Vs. 446 zu wiederholen *ἦν ἡ μοι κηρύξασα τάδε*. Sodann geht *οἱ* im Vs. 448 nicht auf *τῶν κάτω θεῶν*, sondern auf Ζεὺς und *Δίκη* zusammen. Diese heifst hier *ξύνοικος τῶν κάτω θεῶν*, theils weil überhaupt auch in der Unterwelt Recht und Gerechtigkeit herrscht, theils und vornehmlich in wie fern sie die Rechte der Todten wahrnimmt nach dem Fragmente aus Aischylos Phrygiern bei *Stobaeus Serm. eth. CXXVI.*, wo es von ihr heifst, dafs sie des unbeerdigten Todten Zorn vollstrecke, *καὶ τοῦ θανόντος ἡ Δίκη πράσσει κότον.* Diese Dike soll auch bei Aischylos *Choëph.* 495 Agamemnon aus der Unterwelt seinen Kindern zur Hülfe senden. Beiden, meint Antigone, dem Zeus und dieser Dike, also dem Rechte der Götter der Ober- und Unterwelt, sind die menschlichen Rechte und Ordnungen überhaupt, sowohl die über die Lebenden als auch die über die Todten, entstammt. Ich kann daher nicht anders, als im Vs. 448 mit Erfurdt *τοὺς* lesen für das immer zweideutige *τούσδ᾽*. Jenes beantwortet Kreons Frage im Vs. 445 noch treffender und stellt dem *τούσδε νόμους* in derselben, worauf sich das *τάδε* Vs. 446 ohnehin schon bezieht, dem willkührlichen Gebote des Kreon, das allgemein menschliche Gesetz entgegen.

(2) Zu den *ἄγραπτα θεῶν νόμιμα* verdient auch verglichen zu werden *Oedip. tyran.* 858 fg. und *Cicero pro Milone cap.* 41. *Est igitur haec — non scripta sed nata lex, quam non didicimus, accepimus, legimus, verum ex ipsa natura arripuimus, hausimus, expressimus, ad quam non docti sed facti, non instituti sed imbuti sumus.* Einen andern Sinn haben die *ἄγραφοι νόμοι* in den Mysterien (Wyttenbach *ad Phaedon. p.* 158.) und der *ἄγραφος νόμος* bei *Plato de Legib. VIII, p.* 841, *b.*

der Ueberzeugung, ein guter Bürger und König müsse, gerecht gegen die Freunde wie gegen die Feinde des Vaterlandes, dem, der sich als Vaterlandsfeind bewiesen, auch mit Feindlichem vergelten, und ihn im Tode noch von dem heimischen Boden verbannt halten, den er im Leben bekriegt hatte. Das bezeugt aufs deutlichste die Rede, womit er seinen Befehl ankündigt Vs. 162-210. verglichen mit Vs. 284 fg. und Vs. 514 fg. Noch auch sein Verfahren gegen die Antigone geht von persönlicher Feindschaft aus, sondern von Behauptung des Befehls, den sie übertreten (Vs. 442-445). Erst als jene, in der Voraussetzung, Kreons Befehl sey hauptsächlich gegen sie und ihre Schwester, die ihres Bruders Leichnam nicht unbeerdigt lassen würden, gemeint (Vs. 31), gleich mit Trotz und Hohn (Vs. 466.) gegen ihn auftritt, mischt sich in sein, schon von Anfang an sich als äufserst empfindlich zeigendes, Gefühl der Herrscherwürde, mit welcher ungestrafte Verletzung der öffentlichen Gebote nicht bestehn könne, auch persönliche Erbitterung (Vs. 476 fg. 649 fg.), die ihn, immer mehr gereizt durch den Widerstand der ihn Abmahnenden, so weit fortreifst, dafs er nicht nur über die öffentliche Meinung, welche das Haus des Oedipus zu begünstigen scheint (Vs. 290. 505. 686 fg.), die er aber als Herrscher nicht glaubt beachten zu dürfen (Vs. 730 fg.), sich wegsetzt und die Jungfrau zu schwerer Todesstrafe verdammt, sondern auch der Warnungszeichen der Götter, von denen er schon früher sich nicht überreden konnte, dafs sie eines Vaterlandsfeindes, der auch ihre Heiligthümer zu zerstören gekommen wäre (Vs. 282 fg.), sich annehmen würden, nicht achtend, und den Teiresias, der durch Verkündung der Unglückszeichen ihn zur Zurücknahme seiner Befehle zu bewegen sucht, schmähend, die vermefsne Erwiederung der ihm verkündeten Augurien (Vs. 1005 fg.) ausstöfst (Vs. 1027):

> Nicht, wollten gar Zeus Adler raubend ihn hinweg
> Zum Frafs sich aufwärts tragen an des Gottes Thron,
> Nicht dann auch werd' ich, der Entweihung sonder Scheu,
> Begräbnifs ihm gestatten,

welche auch bei dem gleich zugefügten Grunde:

> da mir wohl bewufst,
> Dafs Götter nie ein Sterblicher entweihen kann!

nach der Volksreligion freigeisterisch und freventlich bleibt. Auf dieses Aeufserste bricht dann auch der Fluch der Götter durch den Mund ihres heiligen Sehers unverholen gegen ihn aus (Vs. 1051.):

> So wiss' auch du nun sicher, dafs nicht oft sich mehr
> Des Sonnenwagens Räderwettlauf drehen wird [1],
> Bis deines eignen Blutes einen Spröfsling du
> Todt Todten zur Vergeltung wiedergeben wirst;
> Weil du, nach unten stofsend aus der Oberwelt,
> Ein Leben schmählich in die Gruft gebettet hast,
> Dagegen einen Leichnam hier, des Todtenreichs
> Untheilhaft, unbestattet, ungeweiht bewahrst!

Und so wird denn auch Kreons eiserne Halsstarrigkeit durch das eilends über ihn kommende göttliche Strafgericht gebeugt und gebrochen.

Das allgemein-Tragische der Handlung in der Antigone liegt also zwar in dem Doppelzwiste, worin subjective Freiheit mit objectiver Nothwendigkeit, verblendeter Eigenwille mit einem höhern Willen und Gesetze, in der Antigone mit menschlichem, im Kreon mit göttlichem, sich gestellt hat, aber ihr eigenthümlicher Inhalt besteht, wie auch

---

(1) Erfurdt scheint mir hier doch ganz richtig *τρόχους* statt *τροχοὺς* geschrieben zu haben, da das letztere von dem Maafse der Räderkreise auf den Raum, den sie in ihrem Umschwung durchlaufen, und dann weiter auf die darin zurückgelegte Zeit übertragen werden müfste, das erstere aber gleich metonymisch von dieser genommen werden kann. Jenes bedeutet Radumschwingungen, Rotationen, welche römische Dichter freilich nur durch *rota* ausdrücken konnten, wie *Virgil. Georg. IV*, 474. *Ixionei rota orbis*, wo Vofs nachzulesen ist, welcher auch diese Stelle der Antigone anführt, aber *τροχοὺς* zu lesen scheint, wenigstens das *τρ. ἁμιλ. Ἡλίε* von Tagen erklärt, wie der Scholiast, der es durch *ἡμέρας* giebt. Aber von Umläufen des Sonnenwagens, also von Tagen, kann hier Teiresias nach Vs. 996., den auch Schaefer anführt, nicht reden, und auch nicht wenig Tage, sondern Augenblicke, nachher tödtet sich Haimon. Diese aber werden durch die gemeinsamen Umschwingungen (*ἁμιλλητῆρας* d. i. *ἅμα ἱλλομένους*. Zu vergleichen ist Aischylos *Prometh.* 130. *πτερύγων θοαῖς ἁμίλλαις*) der Räder am Wagen des Helios bezeichnet. *Τελῶν* (das *Futurum atticum*) hat der Dichter gesetzt für *διατελῶν* nach dem Begriff von *μὴ πολὺν χρόνον*, der dem *μὴ πολλοὺς ἔτι τρ. ἁμ. Ἡλ.* unterliegt. Du wirst nicht viele Radumschwingungen des Helios d. h. die Zeit der Radumschwingungen seines Wagens, mehr zubringen. Uebrigens vergl. über *τρόχος* und *τροχὸς* auch Elmsley zu *Eurip. Medea* 45.

Solger (1) anerkannt hat, in der Entzweiung und dem Conflicte der Religion mit dem Rechte, des göttlichen absoluten und unbedingten Gesetzes mit dem menschlichen relativen und bedingten. Eine an sich erhabene und heilige Sache sondert sich hier von der höhern, deren Ausflufs sie ist, und von welcher sie nie getrennt seyn sollte, und dieser Gegensatz wird Empörung. Der höhern Sache nimmt ein Wesen sich an, das jener untergeordnet ist, und so edel es selbst, so grofs und schön die Sache ist, die es vertritt, doch, jener mit Heftigkeit und Trotz entgegenkämpfend, ebenfalls in Empörung erscheint. Von beiden Theilen ist der Kampf gegen ein den Menschen Heiliges und Ehrwürdiges, der Freiheit Schranken Setzendes gerichtet, von jedem gegen eine der zwei Seiten desselben, in welche nur menschliche Willkühr solche Spaltung und Entgegensetzung bringt und dadurch überall, wo dies geschieht, Unheil und Verderben stiftet. Kreon hat einmal den Befehl gegeben; dessen Uebertretung ungestraft lassen, würde heifsen, die Majestät des äufsern positiven Rechts und der Königswürde aufopfern, auf welche die Ruhe und Sicherheit des Staats gegründet ist. Allein dieser Befehl schmälert das höhere Recht der Götter, das Recht selbst. Die Bande des Bluts bieten für dieses eine muthige Vertheidigerin auf, die sich durch keine Vorstellungen der, zwar ihre Schwester liebenden, aber besonnener und vorsichtiger auch auf der Seite des weltlichen Gesetzes sich haltenden Ismene (2), abmahnen läfst, zu thun was Religion und Bruderliebe ihr gebieten. Als diese vor den Herrscher gestellt ihn durch trotzigen Sinn reizt, sucht es durch Vorstellung aller auf jenen zu wirken geeigneten Gründe, erst mittelst der Ismene durch die Liebe des Haimon zur Antigone, einen harten Beschlufs über diese zu verhindern, dann, als Kreon dennoch einen solchen fällt, mittelst seines eignen

---

(1) Sowohl in der Vorrede zur Uebersetzung des Sophokles S. XXXI., als auch in der, mir erst vor Kurzem bekannt gewordenen, Recension von Schlegel's Vorlesungen über dramatische Kunst und Litteratur in den Wiener Jahrbüchern Bd. VIII, S. 102.

(2) Der Zweck solcher Gegensätze der Charactere, wie sich hier zwischen der Antigone und Ismene, der Chrysothemis und Elektra in der Elektra, der Verschmitztheit des Odysseus und der Ingenuität des Neoptolemos im Philoktetes u. a. m. finden, ist nicht, wie der Scholiast zur Elektra Vs. 322. angiebt, auf blofse rhetorische Antithesen (ἕνεκα τοῦ δια-

für das Recht der Unterirdischen nicht minder (Vs. 745.) als für die Verlobte streitenden und für den Vater besorgten, hauptsächlich das Urtheil der Bürger und die allgemeine Theilnahme an dem Schicksale der Antigone ihm vorhaltenden, Sohnes, ihn zur Zurücknahme desselben zu bewegen, endlich, da seine Vorstellungen und Bitten die Vollziehung der schweren Strafe an der Antigone nicht hemmen, diese vielmehr dem weltlichen Rechte und der weltlichen Macht erliegen mufs, tritt es selbst durch seinen unmittelbaren Boten Teiresias ein, der den letzten Versuch macht gegen die Schmälerung des Rechts der Götter, und, als auch dieser mifslingt, ihr Strafgericht ankündigt, dessen Vollstreckung, von der unerwarteten Selbstentleibung der Antigone ausgehend, dann den Haimon, darauf die Eurydike ergreifend, Kreon als ihr Ziel umschlingt und durch ihr ganzes Gewicht niederdrückt.

Man kann daher der so gefafsten Handlung nicht die Einheit absprechen, nicht sagen, die Tragödie sei in dem, was sie nach dem Abgange der Antigone noch ausführt, über die Grenzen der Handlung hinausgegangen. Vielmehr, wenn sie mit dem Ende der Antigone sich schlösse, wäre die Handlung unvollendet geblieben, indem das menschliche Recht dann den Sieg davon getragen hätte und der Gegenkampf des göttlichen nur wehrlos und ohnmächtig hervorgetreten wäre, der gröfsere Sieg des letztern aber, der Natur der Sache nach, erst die Handlung erschöpft. Der Schein ihrer Duplicität, welchen man darin erblicken könnte, dafs das Geschick einer andern Person, als derjenigen, wovon das Drama den Namen hat, und welche man daher als Hauptperson betrachtet, die Handlung endigt, entspringt also nur aus ihrem Gange, den aber Sophokles, um ihren Grundgedanken auszuführen, nicht anders anlegen konnte, indem Kreons Urtheil gegen die Antigone nothwendig erst vollzogen seyn mufste, ehe die Götter selbst für ihr

---

*ποικίλλειν ταῖς ἀντιῤῥήσεσι τὰ δράματα*), auch nicht darauf allein beschränkt, dafs durch den Gegensatz jeder Character in sein eigenthümliches Licht gestellt werde (Jacobs in den Nachträgen zum Sulzer Th. 4, S. 108.), sondern liegt zunächst in der Bestimmung, welche jede Person in der Handlung hat, und welche nur durch die bestimmte Bildung ihres Characters, vermöge deren sie auf andre einwirken soll, erreicht werden kann, woraus denn die Contraste, ihr gegenseitig erhellender Effect, und alles Andere, von selbst fliefsen.

zwiefach beleidigtes Recht eintreten [1] und durch die Folgen der Verurtheilung Jener ihn selbst strafen konnten. Hiemit hat es also eine ganz andre Bewandnifs, als mit manchen Stücken des Euripides, z. B. der Hekabe, in welcher die Rache der Hekabe am Polymestor mit der vorhergegangenen Opferung der Polyxena nicht den mindesten innern Zusammenhang hat. Aber Aehnlichkeit mit der Form der Handlung in der Antigone haben die Trachinierinnen, wo auch aus dem Unheil, welches Deïaneira dem Herakles, jedoch unwissentlich, bereitet, ihr eignes Verderben entspringt, nur mit dem nicht unwichtigen Unterschiede, dafs jenes später vollen Erfolg hat, als dieses. Indefs ist eben dies auch getadelt und bekanntlich von A. W. v. Schlegel mit als Grund angeführt worden, die Trachinierinnen dem Sophokles abzusprechen. Ich stimme Hermann [2] darin völlig bei, dafs es, um Sophokles zu vertheidigen, nicht nöthig ist, mit Jacob [3] — der überhaupt zu sehr geneigt ist, in den Sophokleïschen Tragödien nur ethische Allegorieen, worin doch nur ihre untergeordnete Bedeutung liegen kann, zu erblicken — die grofse und unheilbringende Gewalt der Liebe als Hauptinhalt des Drama anzunehmen, und das Ende der arbeitvollen irdischen Laufbahn des Heros, deren Kreis auch hier vor ihrem Schlufse noch in der Erinnerung durchlaufen wird (*Trachin.* Vs. 1055 fg. und 1080 fg.), als solchen aufzugeben. Dies letztere wird in seinen näher und entfernter liegenden Ursachen in der ersten gröfsern Hälfte des Stückes vollständig entwickelt, und ist Herakles dabei auch nicht selbst auf der Bühne gegenwärtig, so ist doch alles auf ihn gerichtet; erst Sagen und Gerüchte über ihn, dann die lebendigsten Berichte stellen ihn der Phantasie immer gegenwärtiger, bis er selbst erscheint und die Krone der Handlung sich nun vor den Augen entfaltet. Hätte aber der Dichter bis dahin, wie Hermann meint dafs habe geschehn können, Deïaneira aufbewahrt, so entstand ihm die grofse

---

(1) Vergl. auch Jacob *Quaest. Sophocl.* p. 352 fg. Unrichtig ist indefs seine Bemerkung, Kreon büfse nicht weil er die Bestattung des Polyneikes verboten, sondern weil er die Antigone zu hart gestraft. Dafs er für beides büfst, geht aus der oben angeführten Stelle *Antig.* 1055. 1056. hervor.

(2) *Praefat. ad Trachin. p. VIII* fg.

(3) *l. c. p.* 263 fg.

Schwierigkeit, wie er sie enden lassen solle. Nach dem Beispiele des Lichas konnte sie selbst schon vorhersehn, was ihr in diesem Falle bevorstand, und dafs der Dichter dem ungeheuren Uebelstande, es dahin kommen zu lassen, durch ihren frühern freiwilligen Tod habe vorbeugen wollen, giebt er deutlich genug durch die Erbitterung des Hyllos selbst gegen seine Mutter (731 fg. 804 fg.) ehe er durch ihren Tod den Zusammenhang ihrer That erfährt (928 fg.), dann noch mehr durch die natürlich gegen sie allein gerichtete heftige Stimmung des Herakles selbst zu erkennen, womit er diesen, ehe er seines Geschickes inne wird, einführt (Vs. 1051-1058. 1097 fg.). Jetzt hat ihr Ende nichts Widriges, noch erfolgt es auf eine empörende Weise oder unter widerwärtigem neuen Zwiespalt zwischen Hyllos und den Ansprüchen seines Vaters und dem Mitleid gegen seine Mutter, wovon bei andrer Oekonomie des Drama das Eine oder das Andre schwerlich zu vermeiden war. Dadurch dafs allein die grofsartige Ergebung des Herakles in sein Geschick und der freie Entschlufs, womit er dessen äufsern Erfolg zu seiner eignen That macht, an den Schlufs des Stückes tritt, wird auch dessen Hauptwirkung in einen reinern Totaleindruck versammelt, in welchem nach der Absicht des Dichters das Schicksal der Deïaneira nur ein untergeordnetes Element seyn sollte (1). In der Antigone dagegen läfst sich nicht läugnen, dafs der Eindruck, den der Todesgang der Jungfrau, von dem, welchen das Schicksal des Kreon macht, sehr verschieden, und nicht der nie-

(1) Man könnte als nicht Sophokleïsch und der gehaltnen Fassung des Herakles nicht entsprechend auch rügen die gereizte und erbitterte Gemüthsstimmung des Hyllos noch Vs. 1254-1264. Diese ist jedoch aus dem natürlichen Gefühle des Jünglings bei dem plötzlichen verhängnifsvollen Ende der Mutter und des Vaters zugleich (Vs. 932.) zu erklären und beweiset so wenig, als die von der gewöhnlichen Sophokleïschen verschiedne Form des Prologs. Ueberdem weiset Vs. 1260. τὰ μὲν οὖν μέλλοντ' οὐδεὶς ἐφορᾷ aus dem Leiden der Gegenwart auf die dem Heros in seinem Flammentode bevorstehende, jedem Griechen bekannte, Vergötterung hin, in welcher verklärt ihn Sophokles im Philoktetes auf Lemnos erscheinen läfst. Auch aus der Aehnlichkeit einiger Stellen bei Euripides mit andern in den Trachinierinnen, wovon Böckh schon *(graec. trag. princ. p. 246.)* verglichen hat *Orest.* 132-175 mit *Trachin.* 964-990 und *Alcest.* 154-196 mit *Trachin.* 899-946, und wovon noch verglichen werden kann *Trachin.* 1102 u. 1105 mit *Hippolyt.* 1457 u. 1458, und *Trachin.* 460 mit *Heraclid.* 8, wo, auch nach jener Parallelstelle, wohl πλείστων statt πλεῖστον, welches Elmsley hat, hergestellt werden mufs, ist nichts gegen die Aechtheit dieses Drama zu folgern.

derbeugende durch den erhebendern und beruhigendern am Schlusse des Stückes, wie in den Trachinierinnen, besiegt und verschlungen ist. Brachte dies aber der, nach dem oben Bemerkten, nicht anders anzulegende Gang der Handlung schon mit sich, so wird es überdem noch wahrscheinlich, daſs Sophokles diesen für eine besondre Absicht seiner Antigone benutzt, und deren Ausdruck vornehmlich noch in ihren Schluſs gelegt habe.

Wenn nehmlich die Handlung dieses Drama zwar den allgemeinen symbolischen Sinn der Tragödie überhaupt, welcher in der Darstellung des Verhältnisses der Freiheit zu den nicht von ihr abhängigen Schranken einer höhern Ordnung gegründet ist, und daher auch die Warnung vor verblendetem Eigendünkel, vermessener Selbstüberhebung und trotzigem Starrsinn, theilt, so liegt doch in dem ihr eigenthümlichen Inhalte auch noch eine besondre Bedeutung. Diese geht hervor aus den Charakteren der Hauptpersonen, welche, wenn gleich in den Affecten nur dem Grade nach, doch in den Motiven wesentlich verschieden und ganz den Sachen gemäſs, die sie vertreten, gebildet sind, indem Antigone die Sachwalterin der Religion und Bruderliebe, voll Begeisterung und mit einem über ihr Geschlecht sie erhebenden Muthe handelt und leidet, den Kreon hingegen das Recht der menschlichen Gewalt und Ordnung, dessen Sache er führt, nur mit hochfahrendem festem Sinne und Eifer erfüllen kann, den Widerstreben erbittert, Erkenntniſs der Gefahr schnell zur Reue bringt (Vs. 1082.) und das Unglück bricht. Ferner aus dem Gange der Handlung, wie er oben im Umriſs gezeichnet ist, indem, als die Person, welche die Sache des göttlichen Rechts geführt, dem weltlichen nur zu schwer gebüſst hat, jenes selbst eingreift und den Uebertreter noch schwerer schlägt durch die Folgen der über jene verhängten Strafe. Endlich erhellt sie aus dem verschiednen Geschicke beider. Antigone büſst, denn auch dem menschlichen Gesetze, das sie positiv übertreten, muſste Genugthuung werden. Aber gegen sie persönlich streitet nur dieses, nicht die erzürnte Macht der Götter. Sie ist verflochten in die von Laïos anhebende Entzweiung ihres Hauses mit derselben, und auf ihr ruht dessen hieraus entsprungenes Geschick, dessen Wirksamkeit sie selbst durch ihre That gegen sich aufregt und dem Kreon Erfüllung giebt, und der Dichter hat auch nicht übersehn, dies

Drama mit dem Kreise der gröfsern Handlung, der es angehört, durch herrliche, gleich von Anfang an (Vs. 2 fg. 49 fg.) vorspielende, aber eher nicht, als da, wo sie volle Wirkung thun, nehmlich in der gesteigerten Krisis (Vs. 589 fg.) und in dem Brennpuncte der Handlung (Vs. 849-860) recht stark hervortretende Hindeutungen zu verweben. Ihr Ende ist darum nicht fürchterlich, oder niederschlagend, sondern die über sie verhängte Todesstrafe in ein Dunkel gehüllt, das sie mit einem Schein von Heiligkeit umgiebt, wie denn dieselbe auch im Alterthume nur über Personen, die man unmittelbar zu tödten nicht wagte, verhängt wurde, und auch von Kreon so gemeint ist (Vs. 771 fg. 876 fg.). Wider diesen streitet dagegen der Zorn der Himmlischen und verhängt über ihn ein Strafgericht, das schwerer als der Tod ist. In der Antigone kann die heilige Sache, die sie vertritt, und das Erkenntnifs ihres Geschickes den frühern Trotz auch wieder mildern, ihr Gemüth zur Ruhe stimmen, und die Wehmuth darüber ausgiefsen, womit sie, ihre Schuld wie ihr Recht den Göttern anheimstellend (Vs. 916 fg.) (1), sich ergiebt, und den Tod nicht scheuet bei aller Liebe zum Leben. Kreon, wiewohl nicht für Schlechtigkeit gerechten Lohn erndtend, kann doch, im entschiedenen Bewufstseyn, dafs gebührende Strafe der Götter ihn treffe (Vs. 1251. 1258. 1301 fg.), sich nicht, wie Antigone, über sein Schicksal erheben, sondern nur einen durch jene gebeugten und zerknirschten Sinn zeigen. Im Todesgange der Antigone, welcher ohnstreitig das Juweel dieser Tragödie ist, wirket der Jungfrau von linder Sehnsucht nach dem noch kaum genossenen Leben (Vs. 807 fg.), aber

---

(1) Die hier in Vs. 917. vorgeschlagene Aenderung des *παθόντες* in *μαθόντες* vermattet den Gedanken und zerstört das durch *παθόντες ἂν ξυγγνοῖμεν* ausgedrückte so oft vorkommende sprichwörtliche *παθόντα μαθεῖν* oder *γνῶναι*, worüber s. *Matthiae miscel. philol. Vol. II, p.* 4 und Blomfield zu *Aeschyl. Agam.* 170, welcher aber unrichtig citirt *Oed. Col.* 143. anstatt *Trachin.* 143. Dem steht das *πάθοιεν* und *δρῶσιν* Vs. 919 gegenüber, welches auf das ebenfalls sprichwörtliche *δράσαντι παθεῖν (Stob. Ecl. phys. IV,* 24. *ed. Heeren. Aeschyl. Choëph.* 311. *Agam.* 1565. Sophocles beim *Theophilus ad Autolycum IX,* 54. *ed. Wolf.)* anspielt. *Ξυγγνοῖμεν* braucht nicht nothwendig in der Bedeutung des äufsern Eingestehns genommen zu werden. Es ist daher auch nicht nöthig, *παθόντες* auf eine Strafe in der Unterwelt zu beziehn, an welche Antigone nach Vs. 65. 73 fg. 455 u. 889 fg. auch nur, wenn sie die Bestattung ihres Bruders unterlassen, hätte denken können.

auch von der Gröfse ihrer That und Strafe, von dem Geschick ihres Hauses und der Erinnerung an ihre vorangegangenen von ihr bestatteten Lieben durchdrungene Gemüthsfassung, von des Chores Gesängen, die an Verschuldung und Recht, an Unabänderlichkeit des Verhängnisses und alte Beispiele erinnern, umtönt, und eine Fülle der zartesten Bilder und Worte, wodurch sie die Vorstellung der Todesart mildern, da die Jungfrau (Vs. 811 fg.) ruhmvoll und mit Lobe gekrönt, nicht von nagender Krankheit verzehrt, nicht vom Schwerdte hinweggerafft, sondern frei und lebend und in abgeschiedener Einsamkeit zum Hades hinabsteige (1), ja Alles stimmt zusammen, dem an sich bejammernswürdigen Falle das Niederschlagende zu benehmen und ihn in einem rührenden und zugleich erhebenden Lichte darzustellen. Der Schlufs hingegen, welcher den vorher so hochfahrenden und halsstarrigen Kreon tief gebeugt, ja zerknirscht, als ein Bild des tiefsten Jammers darstellt, hat nichts, das Gemüth aufzurichten, sondern wirft es nieder durch das schwere Strafgericht, über welches auch Kreon sich nicht zu erheben vermag, und überläfst es dem Gefühle der Nichtigkeit menschlicher Macht und ihrer Gebote gegen die ewige Ordnung und Macht der Götter. Und so kann Antigone Bewunderung, Kreon nur Mitleid, aber auch nicht weniger als dieses, da er wohl durch Schuld und Verblendung, aber nicht durch Schlechtigkeit, in diesen Jammer versenkt ist (2), erregen.

Aus dieser Haltung beider Sachen gegen einander geht hervor, dafs Sophokles zwar einerseits dem weltlichen Rechte und der bürgerlichen

---

(1) Gegen die von Erfurdt angenommene unstatthafte Erklärung des *μόνη δὴ θνατῶν* in Vs. 815. durch das *ἰδίῳ καὶ καινῷ νόμῳ* des Scholiasten, welches auch, wie Hermann bemerkt, nicht zu *μόνη*, sondern zu *αὐτόνομος* gehört, beziehe ich mich auf Vs. 878 und 910. und vergleiche *Trachin.* 278, wo *μοῦνον ἀνθρώπων* auch heifst „von Menschen abgeschieden", wie *Philoctet.* 183. *μοῦνος ἀπ' ἄλλων.* Uebrigens bemerke ich, dafs hier, wie oft bei den Alten (Schefler zu *Sophocl. Electra* Vs. 456. *Huschke analecta critica p.* 125 fg.) der Begriff des Hades und des Grabes zusammengeflossen ist.

(2) Es darf aber nicht übersehn werden, dafs der Dichter nicht ohne Rücksicht auf den seiner Stadt eingewurzelten Tyrannenhafs die Antigone mag gehoben, dagegen im Kreon den allgemeinen Typus für die Charactere der Tyrannen, wie er sich auch im Aigisthos in der *Elektra*, im Agamemnon im *Aias*, im Oidipus im *Oedipus tyrannus* findet, durch Herrscherstolz und selbst den Göttern Trotz bietenden hochfahrenden Sinn mag ausgedrückt haben. Dieser Einflufs nationaler Affection auf die Bildung solcher Charactere in den

Ordnung nichts hat vergeben, aber, in ihrer Collision mit dem göttlichen Rechte, ein bei weitem gröfseres Gewicht auf dieses hat legen wollen. Diese scheint sich am Schlusse noch am stärksten, und in die Darstellung des Kreon zwischen den Leichen seines Sohnes und seiner Gattin zusammengedrängt, auszudrücken. Jene geleitet der von der Gruft zurückkehrende Vater selbst (Vs. 1242 fg.), diese erblickt er vor sich in dem nach der Bühne geöffneten Hause (Vs. 1263 fg. 1279. 1281 fg.).

Solche Ausstellungen aufser der Scene getödteter Personen in der alten Tragödie haben im Allgemeinen den Zweck der Versinnlichung. Es ist nehmlich bekannt, dafs in derselben oft die wichtigsten Ereignisse einer Handlung, selbst die factischen Resultate, in denen sie abläuft und sich erschöpft, nur durch den Mund von Mittelspersonen vor die Zuschauer gebracht werden. Die Gründe hievon sind, so viel ich sehe, nach den jedesmaligen Umständen verschieden, bald weil die Ermordung der Kinder durch ihre Mutter, des Gatten durch die Gattin, der Mutter durch den Sohn, zu unnatürlich und gräfslich war, um öffentlich vorgestellt zu werden, bald und theils, weil eine solche That, oder eine Selbstentleibung, auf dem öffentlichen Platze und in Gegenwart des Chores, wo die ganze Handlung vor sich ging, hätte verhindert werden müssen, bald weil der Ort ihrer Vollziehung schon der Umstände wegen von der Scene entfernt seyn mufste. Denn dafs es nicht immer zur Abwendung des blutigen Schauspiels geschehn sei, darin stimme ich, wenn es gleich unumstöfslich wahr bleibt, dafs die griechische Tragödie nicht

---

Tragödien des Sophokles ist sichtbar auch darin, dafs der Kreon in der Antigone dem ähnlicher ist, welcher im *Oedipus Coloneus*, als dem, welcher im *Oedipus tyrannus* vorgestellt wird. Denn in diesem erscheint er noch nicht zur Herrschaft gelangt, darum noch gemäfsigter und bürgerlich gesinnter, und im Gegensatz mit Oidipus die Herrschaft gar verschmähend (*Oed. tyr.* 582 fg.). Im Oidipus auf Kolonos dagegen sind drei Fürsten, zwei thebanische, deren Einer für unwissentlichen Frevel des Thrones beraubt und in tiefes Elend verstofsen, aber nun zur Entsündigung und zum Ziele seiner Leiden wallend, der Andre durch das Geschick des Erstern dem Throne schon nahe gebracht, aber mit aller Hitze und herrischen Willkühr, die ihn zur Ungerechtigkeit hinreifsen und den Zorn der Himmlischen über ihn bringen kann, angethan, und der Dritte, der gerechte und fromme athenische König und Landesheros Theseus, ruhig die Bahn der Religion und des Rechts wandelnd, und darum göttlicher Gnade gewürdigt, absichtvoll und sinnreich zusammengestellt.

durch Darstellung physischer Leiden ihre Wirkung erreichen wollte, Jacob [1] nicht minder als darin bei, dafs die Ausnahme, welche Sophokles in Ansehung des Aias macht, als solche nicht getadelt werden könne. Dafs aber den Sophokles — und dies sei mir hier gelegentlich zu bemerken vergönnt — Rücksicht auf frühere Bearbeitungen desselben Gegenstandes zu dieser Ausnahme bewogen habe, muthmafset der, nicht nur von mir in der ohnehin mangelhaften *Prolusio de Sophoclis Aiace flagellifero (Thorun. 1800)*, sondern auch von Böttiger in der Furienmaske S. 11, und noch unlängst von Osann in der Schrift über des Sophokles Aias S. 82. übersehene, Scholiast zum *Aiax Vs.* 914 *(ed. Lobeck)*, aus welchem sich nicht nur ergiebt, dafs Aischylos die Selbstentleibung des Aias nicht, wie Sophokles, auf der Bühne vorgestellt, sondern auch folgt, dafs er das Ende desselben in zwei Tragödien, nehmlich wie in der bekanntern Ὅπλων κρίσις dessen Veranlassung, den Streit mit Odysseus um Achilleus Waffenrüstung, so in den, wahrscheinlich vom Chore thrakischer Weiber so benannten, Θρήσσαις [2] des Aias Tod, umfafst habe. In diesen konnte dem Sophokles die, nur durch einen Boten, wie der angeführte Scholiast ausdrücklich bemerkt, berichtete

---

(1) *Quaestiones Sophocleae P. I, p.* 201.

(2) In diesen könnte das, den Gedanken wie der Sprache nach dem Character des Aischylos ganz entsprechende und dem Inhalt der Θρῆσσαι vollkommen angemessene, Fragment eines ungenannten Tragikers wohl seine Stelle gehabt haben, welches Clemens Alexandrinus *(Stromat. II, p.* 462. *ed. Sylburg)* erhalten hat, Brunck zu *Sophocles Aiax* Vs. 1416 anführt, und Osann in der oben angeführten Schrift p. 70 minder passend dem Aiax des Rhetor Theodektes zuschreibt. Clemens legt es ausdrücklich dem Aias in den Mund. Die von Lobeck (zum *Ai. Flag.* Vs. 125) als von Bothe herrührend, gebilligte Emendation im Vs. 3 dieses Fragments, συμφορᾶς für συμφορεῖτ᾽, wird man schon in der oben angeführten *Prolus. de Aiace flagellif. p. V.* finden. Es wäre nehmlich βαθεῖα κηλὶς für sich zwar verständlich, indem man gleich an die ἀτιμία im Vs. 2 dabei denkt. *Sophocl. Oed. Tyr.* 1384. Τοιάνδ᾽ ἔγω κηλῖδα μηνύσας ἐμὴν, wo der Scholiast κηλῖδα erklärt durch ὄνειδος, συμφοράν. *Eurip. Hippolyt.* 820. Κηλὶς ἄφραστος ἐξ ἀλαστόρων τινός. *Xenoph. Hellen. III*, 1, 9. Ὃ δοκεῖ κηλὶς εἶναι τοῖς σπουδαίοις τῶν Λακεδαιμονίων. Aber συμφοροῦτ᾽ giebt keinen Sinn und das an dessen Stelle gesetzte συμφορᾶς wird bestätigt durch das auch von Lobeck angeführte κηλῖδα συμφορᾶς im *Oed. tyr.* 833, welches man eben so wenig für eine Hypallage mit Brunck nehmen kann, als den Ausdruck bei *Lucian. Fugitiv. Opp. T. VII, p.* 307. *ed. Bip.* τὴν κηλῖδα ἐκείνην τῆς ὀσμῆς.

That in ihren Triebfedern nicht so genau und vollständig, und in ihrer Ausführung nicht so lebendig motivirt scheinen, als er für nöthig hielt und in seinem eignen Aias durch dessen letzte Rede und die darauf unmittelbar erfolgende Vollziehung des gefafsten Entschlusses geschehn ist. Da diese nothwendig ohne Zeugen vorgehen mufste, so konnte ein Bote, oder wer sonst den Leichnam gefunden, nichts weiter melden, als die einfache Thatsache, dafs jener in sein Schwerdt gefallen sei und nun todt da liege. Sophokles dagegen wollte nichts vermissen lassen, was die That vollkommen begreiflich und anschaulich zu machen erforderlich war.

Damit aber der aufser der Bühne vollbrachte Tod nicht ohne Ausdruck und Bezeichnung bliebe, lassen die Tragiker oft Ausrufungen der Sterbenden hören, wie Aischylos im Agamemnon und in den Choëphoren, Sophokles in der Elektra, welche die mit dem, was hinter der Scene vorging, beschäftigte Phantasie der Zuschauer stark genug treffen konnten, und führen die Versinnlichung solcher hinter der Scene vorgefallnen Ereignisse, sie mögen auf die bemerkte Art vorher angedeutet seyn oder nicht, durch nachherige Darstellung der Todten entweder auf der Bühne oder mittelst des ἐκκύκλημα im Innern des Hauses, vollends durch.

Es liegt indefs in diesen Darstellungen oft noch ein tieferer und mit der Handlung näher zusammenhangender Zweck, als der der blofsen Versinnlichung einzelner Thatsachen. Sie sind auch sinnliche Zeichen des nun mit Aufhebung der Person, worin er seinen Sitz hatte, durchgeführten Conflictes, und des völligen Ablaufes der Handlung. In den Sieben gegen Thebe erklärt sich das Sinnbildliche der ausgestellten Leichname der beiden Brüder, wie die im Leben feindseligen nun durch den Tod vertragen sind und in diesem ihres Vaters Fluch sich erfüllt hat, sehr deutlich in den Schlufsstrophen des Chorgesangs Vs. 910-957. Im Aias versammeln sich um den Todten auf der Stelle, wo er gefallen ist, seine Freunde wie seine Gegner, und es erfolgt in der ihm nach heftigem Streit von Agamemnon gewährten Bestattung, und in Odysseus höherer Aussöhnung mit den Manen des Helden über dessen Leichname, die Auflösung der ganzen Entzweiung, woraus die Handlung entsprungen war, und somit deren Vollendung. Auf Oidipus als Bild des

schnell wechselnden Lebensglückes, in dessen Jammer die Götter ihre Wahrhaftigkeit gegen der Menschen kurzsichtige Selbsttäuschung bethätigt, weiset der Chor noch am Schlufs des *Oedipus tyrannus* Vs. 1511 fg. hin. In der Antigone sind Haimon und Eurydike nur die Opfer, durch welche Kreon die Strafe trifft, die er sich selbst bereitet. Aber der tief gebeugte und gebrochene Herrscher selbst ist das sinnlichste Bild des über ihn ergangenen göttlichen Strafgerichts und des nun völlig aufgelöseten Zwiespalts zwischen dem Rechte der Menschen und Götter, der von ihm ausgegangen war. Wie er die Handlung veranlafst hatte, so erscheint er nun als das Ziel, an dem alle ihre Folgen sich erschöpfen.

Indem nun der Dichter die Person des thebanischen Königs in ihrem so, wie oben bemerkt, gehaltnen Character durch die ganze Handlung des Drama durchführt ([1]), und, während Antigone in derselben untergegangen, so bedeutsam zwischen den Leichnamen seines Sohnes und seiner Gattin, niedergeschmettert durch den Untergang seines Hauses, seine Schuld erkennend (Vs. 1255 fg. 1301 fg. 1321 fg.) und unter ihrem und seines Leidens Gewicht erliegend, an deren Schlufs stellt, spricht er aufs deutlichste die ihm bei dieser Person und ihrer Rolle vorschwebende Absicht aus, in ihr ein warnendes Beispiel für die Machthabenden, nicht ihren Eigenwillen dem Willen der Götter hartnäckig entgegenzusetzen, die auf ihnen beruhende bürgerliche Ordnung und ihr Gebot nicht mit der von Menschen nicht ersonnenen des ewigen Rechts zu entzweien, damit sie nicht, Andre zu Uebertretungen dadurch reizend, ihnen und noch mehr sich selbst Verderben bereiten, recht lebhaft vor Augen zu bringen. Es vereinigt sich also in der Antigone Anmahnung an die Obrigkeiten zur Unterwürfigkeit unter die göttlichen Gesetze und an die Bürger zum Gehorsam gegen die Obrigkeit und ihre Gebote, so wie an Beide zu der den Menschen in sei-

---

(1) Dafs dies hervortretende Gewicht des Kreon im Innern der Handlung nicht die äufsere Rangordnung seiner Rolle bestimmte, da die Rollen der Tyrannen den dritten Rang hatten und den *actoribus tertiarum partium* gegeben wurden, ist aus der oben angeführten Stelle des Demosthenes bekannt und hat den Redner zu einer witzigen Zusammenstellung seines Gegners Aischines mit dem Kreon in der Antigone veranlafst. Die Rolle der Antigone war immer die erste. S. Böttiger *Prolusio de actoribus primarum secundarum et tertiarum partium (Vimar. 1797.) p. 13 sq.*

nen Schranken haltenden Besonnenheit und Mäſsigung. Und aus dieser dem Character des bürgerlichen Lebens in Athen so sehr angemessenen pragmatischen Grundtendenz des Drama, worin die oben angemerkten Anspielungen eingreifen, erklärt sich die Wirkung vollständig, daſs Sophokles um dieser Tragödie willen zum Strategen im Samischen Feldzuge mit Perikles gewählt ist. Man sieht, wie schön und innig die höhere symbolische mit der moralischen und politischen Bedeutung der Antigone verschmolzen ist, durch deren Vereinzelung bei Erklärung der alten Tragödien häufig gefehlt wird.

Eine gleiche Richtung konnte der verloren gegangenen Euripideïschen Antigone nicht anders als fremd seyn, nach der in dem Argumente des Grammatikers Aristophanes zur Antigone des Sophokles und aus ihm bei dem alten Scholiasten zu Vs. 1332. erhaltnen Notiz, welche auch unter den Beispielen von der bekannten Weise des Euripides, in verschiedenen Stücken von einander abweichenden Sagen über dieselben Gegenstände zu folgen, oder diese willkührlich verschieden zu gestalten, angemerkt zu werden verdient. Da nehmlich dieser Tragiker die Antigone in den Phoinissen den Haimon, welchem sie dort verlobt ist (Vs. 796. 958. *ed. Porson*), aufs bestimmteste verschmähn und dann von ihm gehn läſst, um ihren Vater in die Verbannung zu begleiten (Vs. 1686 fg.), so hatte er hingegen in seiner Antigone auf ihre und des Haimon Liebe ihre Begnadigung, nachdem sie bei der Bestattung ihres Bruders ertappt worden [1], gegründet, und sie dem Haimon vermählen lassen.

---

(1) Zwischen den Angaben des Aristophanes und des Scholiasten ist in diesem Puncte eine Verschiedenheit. Das φωραθεῖσα des Letztern kann von nichts anderem, als von der Ertappung der Antigone bei der Bestattung ihres Bruders verstanden werden. Auch Apollodor (III, 7, 1) drückt die Sache eben so einfach durch φωραθεῖσα aus. Daſs es auf die Ertappung bei der Beerdigung gehn soll, setzt dieser nach dem Zusammenhange, jener nach der Beziehung seines Scholion auf die Begebenheit, wie sie in der Sophokleïschen Antigone dargestellt wird, voraus. Aber bei dem φωραθεῖσα μετὰ τοῦ Αἵμονος des Aristophanes läſst sich an nichts Bestimmtes denken. Daſs bei Euripides Haimon, der Sohn des Kreon, den seinem Vater feindlichen Polyneikes gemeinschaftlich mit der Antigone sollte bestattet haben, ist gar nicht anzunehmen. Auch bei Sophokles entzweit er sich mit seinem Vater nicht des Polyneikes sondern der Antigone wegen. Die allgemeine Sage war auch, die Jungfrau habe allein die That verübt und Pausanias (IX, 25, 2) berichtet sogar, wie sie, der thebanischen Tradition zufolge, sich dabei gemüht habe. Nur die eine Abweichung kommt bei

Die Antigone des Euripides konnte in manchem Einzelnen mit der des Sophokles übereinstimmen. So trat in ihr höchst wahrscheinlich der Antigone angeborner Trotz ebenfalls hervor, wie sich unter andern aus dem Fragmente im *Stobaeus p.* 500, 42. *ed. Gesner*

Τὸ μωρὸν αὐτὸ τοῦ πατρὸς νόσημ᾽ ἔνι,

vergl. mit Vs. 465 u. 466. und dann mit Vs. 467 u. 468 der Sophokleïschen Antigone:

Δηλοῖ τὸ γέννημ᾽ ὠμὸν ἐξ ὠμοῦ πατρὸς
τῆς παιδός, εἴκειν δ᾽ οὐκ ἐπίϛαται κακοῖς,

welche dem Euripides bei jenem Fragment im Sinne gelegen zu haben scheinen, und wonach in dem Fragmente für αὐτὸ zu lesen ist αὐτῇ, ergiebt. Allein aus der Wendung, welche die Handlung in ihr nahm, folgt, dafs die Liebe des Haimon und der Antigone in ihr ganz anders behandelt seyn mufste, als in der Antigone des Sophokles, worauf auch einige Fragmente hindeuten, von denen ich jedoch das beim Scholiasten des Pindar (1) erhaltene

Ὦ παῖ Διώνης, ὡς ἔφυς μέγυς θεός,
Διόνυσε, θνητοῖς τ᾽ οὐδαμῶς ὑποϛατός,

welches Ruhnken und Valckenaer (2), dem auch Creuzer (3) beitritt, mit Aenderung des Διόνυσε, in einen an den Eros gerichteten Ausruf verwandeln, durch Böckh's Gegengründe überzeugt (4), jetzt aus-

---

Hyginus *(Fab. LXXII.)* vor, dafs ihr von Polyneikes Gattin Argeia Hülfe dabei geleistet sey, aus welcher Statius *(Theb. XII,* 420 fg.*)* so viel entnommen zu haben scheint, dafs er der Argeia allein die Handlung beilegt. Deren Theilnahme daran hat auch einen natürlichen Grund, der aber für eine Hülfleistung des Haimon, wovon sich auch sonst keine Spur zeigt, nicht vorhanden ist. Es scheint daher die von Hermann angemerkte Lesart des Dresdener Codex und bei Turnebus φωραθεῖσα τῷ Αἵμονι im Aristophanes, wobei aber die beiden letzten Worte mit δίδοται verbunden werden müssen, und wonach dann Aristophanes mit dem Scholiasten und mit Apollodor völlig übereinstimmt, die richtige zu seyn.

(1) Zu *Pyth. III,* 177.

(2) *Diatribe etc. p.* 154 fg.

(3) *Dionysus p.* 241. Vergl. indefs Symbolik Th. 3, p. 375, wo die Meinung zu schwanken scheint.

(4) Ruhnken will statt Διόνυσε lesen δεινός τε, Valckenaer μόνος τε θνητοῖς οὐδαμῶς ὑποϛατός, gegen welche letztere Conjectur insonderheit manches zu erinnern ist. Von der Voraussetzung Beider ausgehend, den Ausruf indefs nicht gerade der Antigone mit

nehme. In Sophokles Antigone macht diese Liebe kein Motiv aus, welches die Handlung entscheidet und worauf sie beruht, sondern das nur einerseits ihr Hemmungen entgegengesetzt, andrerseits sie treibt, jenes indem Ismene dadurch den Kreon abzuhalten sucht, die Antigone zu verdammen, dieses indem Haimon, als er den Vater durch Vorstellung andrer Gründe zu besänftigen, der Vater ihn hingegen von der Sache seiner Verlobten abzumahnen, vergebens sich bemüht, und die Handlung schon in der Vollstreckung des Urtheils und in Kreons, selbst den Göttern in ihrem Seher Teiresias entgegengesetzter, Halsstarrigkeit sich entschieden hat, durch seine Liebe zu der That hingerissen wird, mit welcher das göttliche Strafgericht über Kreon anhebt. Im Haimon spricht sich diese Liebe nur durch Andeutungen, so weit es zur Erklärung seines Benehmens erforderlich ist, in der Antigone nur leise, so viel nöthig war, um Haimons Verhalten nicht durch eine völlige Gleichgültigkeit von ihrer Seite ganz unbegreiflich erscheinen zu lassen, aus [1].

---

Valckenaer in den Mund legend, trug ich bei Vorlesung dieser Abhandlung meine Conjectur *πολύς τε, θνητοῖς τ' ἐδ. ὑποσ.* vor. Dies *πολύς τε* käme dem Sinne nach der Ruhnkenschen Conjectur am nächsten. Suidas hat *πολύς· σφοδρός.* In dieser Bedeutung kommt *πολὺς* auch sonst bei Euripides vom Eros und der Aphrodite (s. Valckenaer und Monk zu *Hippolyt.* Vs. 1 und Vs. 443), auch von Menschen (z. B. im *Orestes* Vs. 1199. *ed. Porson.* *τὸ πρῶτον ἦν πολὺς παρῆ* vom Menelaos) vor, und würde sich in dem Fragmente sehr passend mit dem *θνητοῖς τ' οὐδαμῶς ὑποστατὸς* verbinden. Ueberdem liefse sich die Entstehung des *Διόνυσε* daraus leicht erklären. Böckh, welcher schon in seiner Anmerkung zum Scholiasten des Pindar den Dionysos jenem Fragmente vindicirt, hat mich aber durch seine inzwischen in der Königl. Akademie vorgetragene Abhandlung über Sophokles Antigone vollends überzeugt, dafs kein Grund zu einer Aenderung in demselben vorhanden ist.

(1) Nehmlich in Vs. 568, welchen Brunck der Ismene zutheilt, der aber, meiner Meinung nach, der Antigone nach Aldus und Turnebus wiedergegeben werden mufs. Denn das *ὦ φίλταθ' Αἷμον* pafst sich nur in den Mund der Antigone, und das *ἄγαν γε λυπεῖς* in der Antwort darauf kann Kreon nicht von der Ismene, sondern nur von der Antigone sagen, denn jene kränkte den Haimon nicht dadurch, dafs sie sich ihrer Schwester annahm, wohl aber konnte Kreon meinen, Antigone und die Verbindung mit ihr kränke jenen, weil sie, dem Verbote seines Vaters zuwider den Feind des Vaterlandes bestattet habe, vergl. Vs. 635 fg. Gegen Brunck's und des Scholiasten Erklärung des *τὸ σὸν λέχος* läfst sich zwar grammatisch nichts erinnern. Allein unter den unzähligen Fällen, wo

Die Erklärung, welche Mohnike [1] hievon giebt: „Gleich als hielte es „die Jungfrau für Sünde, einer irdischen Neigung Raum zu geben, jetzt „da ihr Gemüth mit Erfüllung der frommen Schwesterpflicht erfüllt „war", ist in Beziehung auf den gleichen Zug im Haimon nicht genügend, vielmehr scheint aus dem Zusammenstimmen beider Personen hierin hervorzugehn, daſs dies nicht zufällig, sondern mit Bedacht vom Dichter so angelegt sei. Den Grund hievon kann man nicht darin suchen, daſs, wie auch wohl gesagt ist, die Liebe der griechischen Tragödie fremd gewesen sei. Sie war es in der That nicht, und es bedarf hierüber nicht der Anführung von Beispielen. Aber freilich konnte die griechische Tragödie von der romantisch sentimentalen Liebe der neuern Zeit noch nichts wissen. Auch kannte sie erhabnere Themate, als daſs sie jedesmal zu zerstörter Liebe, wie zu einer unentbehrlichen Würze, ihre Zuflucht hätte nehmen müssen. Denn den tiefen Geist und den groſsen Gang des Lebens und der Geschichte versinnbildet sie durch ihre Meisterwerke, wollte nicht den engen Kreis des Hauses und die Ereignisse des Tags wiederholen. Nur in wie fern jener auf der Liebe als Triebfeder beruht, wie in den Trachinierinnen, herrscht diese in der Handlung mit vor, wie auch in den Tragödien der gröſsten Meister neuerer Zeit. Romeo und Julie z. B. würde auch auf der griechischen Bühne nicht ohne die Liebe, obwohl in andrer Form, haben bestehn können, weil um diese der historische Inhalt des Stückes und seine entgegengesetzte Wendung, nehmlich die, die junge Liebe zerstörende, Entzweiung der Häuser Montecchi und Capuletti, und gegentheils ihre, durch das tragische Ende der beiden Liebenden herbeigeführte Aussöh-

---

*ἐμὸν, σὸν, τινὸς λέχος* vorkommt, ist auch schwerlich einer, wo es in einem andern, als dem gewöhnlichen, Sinne genommen werden könnte. So selbst in der Antigone Vs. 626 *λεχέων* *sc.* *Ἀντιγόνης* und Vs. 1288. *τοῦ πρὶν θανόντος Μεγαρέως κλεινὸν λέχος*, welche Lesart nicht mit *λάχος* hätte vertauscht werden dürfen, da der hier genannte Megareus, wie Böckh bemerkt, kein Andrer ist, als der auch in Aischylos Sieben gegen Thebe Vs. 459 fg. vorkommende Sohn des Kreon, welchen auch in der Zeit seiner Verlobung, wie jetzt den Haimon, verloren zu haben, Eurydike wehklagt.

(1) Geschichte der Litteratur der Griechen und Römer, Th. I, S. 378.

nung — welche letztere ich demnach nicht mit Solger (1) für eine Ironisirung der ganzen Handlung, sondern nur in dem von A.W. v. Schlegel (2) angegebnen Sinne nehmen kann — sich dreht. Wo aber Liebe nur in die Handlung verflochten, nicht die Hauptsache darin ist, da konnte die nur auf die Hauptsache gerichtete griechische Tragödie sie auch nicht weiter hineinziehn. Und so hat Sophokles sie in der Antigone behandelt. Nicht ob die Liebe des Haimon und der Antigone zum Ziel kommen, sondern ob das Recht der Götter oder das menschliche Gesetz, den Sieg davon tragen werde, war hier die Frage. So weit Haimon zu ihrer Lösung mitwirkt, ist er in die Handlung verwebt. Sein Verhältnifs zur Antigone ist zwar der Faden, der ihn an dieselbe knüpft, aber ihr völlig untergeordnet. Und um die Haupthandlung nicht im mindesten durch ein secundäres Interesse zu stören, noch die Betrachtung auf dieses abzulenken, hat der besonnene Dichter jene Liebe als solche zu motiviren in dem Grade vermieden, dafs er sich begnügt, sie als Triebfeder in Haimons Handlungen nicht im Dunkeln zu lassen, (Vs. 564 fg. 623 fg. 674. 742 fg. 752. 756), solche Aeufserungen derselben aber, welche ihr Gewicht über diese Grenze hinaus verstärken könnten, vom Haimon wie von der Antigone entfernt gehalten hat. So läfst sich auch was Hermann (3) an der Person des Haimon gerügt hat, dafs sie nehmlich keine besondre Theilnahme für sich erwecke, wohl nur als characteristisch bemerken und erklären, aber von dem Gesichtspunkte des Sophokles bei der Handlung dieser Tragödie aus nicht tadeln. Euripides hingegen kann sich bei seiner Antigone, nach ihrem Ausgange zu urtheilen, die grofse philosophische Aufgabe des Sophokles gar nicht gemacht, sondern mufs die Geschichte, nach seiner Art, rein psychologisch behandelt, und, hat er dabei auch in den Reden und Gegenreden des Kreon und der Antigone jenen sein Recht als Herrscher, diese das Recht der Religion und Bruderliebe behaupten lassen,

(1) Wiener Jahrbücher a. a. O. S. 133.

(2) Characteristiken und Kritiken, Th. I, S. 308.

(3) In der *Commentatio de tragica et epica poësi* hinter der Ausgabe der Poëtik des Aristoteles, S. 259.

so mufs er doch den Streit durch seine Beilegung mittelst der Heirath nicht so wohl gelöset als geschlichtet haben. Bei ihm mufste auch die Liebe des Haimon und der Antigone, da von ihr die Katastrophe der Handlung abhing, als solche vollständig motivirt seyn, und beide werden wahrscheinlich nicht verfehlt haben, die Theilnahme für selbige rhetorisch genug in Anspruch zu nehmen. Was also bei Sophokles in den Hintergrund gestellt ist trat bei ihm mehr hervor, hielt seine Antigone zwar von der, in der Sophokleïschen oben bemerkten, Verschiedenheit des Eindruckes der Mitte und des Ende frei, die er auch vielleicht hat vermeiden wollen, gab ihr aber einen ganz andern weit untergeordnetern Character und besonders ihrem Schlusse eine weit mindere Bedeutung.

Die durch Sophokles Antigone herbeigeführte gemeinschaftliche Strategie desselben mit Perikles im Samischen Kriege dient nun auch als Datum, die Zeit der ersten Aufführung dieser Tragödie zu bestimmen, welche nachher noch viele Male gegeben seyn mag, da Demosthenes [1] bestimmt angiebt, es hätten Theodoros und Aristodemos in ihr oftmals die Rolle der Antigone gespielt, nur nicht gerade zweiunddreifsig Male, wie es in den Nachträgen zum Sulzer [2] heifst, aus Mifsverständnifs der Worte in dem Argumente des Aristophanes *λέλεκται δὲ τὸ δρᾶμα τοῦτο τριακοςὸν δεύτερον*, welche nur von der Stelle der Antigone in der Zeitfolge der Sophokleïschen Stücke, wovon sie auch Böckh [3] nach Casaubonus erklärt hat, verstanden werden können. Zu vergleichen ist der Ausdruck in dem dritten Argumente vor Aristophanes Vögeln nach der Aldina *ἔςι scil. τὸ δρᾶμα, λε̄*, welchen Samuel Petit [4] eben so von der Stelle der Vögel als des fünfunddreifsigsten unter des Komikers Stücken versteht. Hieraus erklärt sich auch die eigne Bezeichnung der verlorenen Aristophanischen Komödie Γῆρας durch Ἀριςοφάνης ἐν τῷ

(1) a. a. O. Einen andern Grund s. bei Böckh *graec. trag. princ. p.* 159.

(2) Th. II, S. 243.

(3) *Graec. trag. princ. p.* 108.

(4) *Miscel. I, c.* 10, *p.* 40.

ϑ γήρᾳ, welche sich in einem *Lexico Segueriano* ([1]) findet, da sonst gewöhnlich Ἀριστοφάνης ἐν τῷ Γήρᾳ oder ἐν Γήρᾳ ([2]) citirt wird. Jenes ϑ scheint aber die neunte Stelle in der von den Grammatikern bestimmten Zeitfolge der Aristophanischen Komödien zu bezeichnen, so dafs bei ἐν τῷ ϑ verstanden werden mufs δράματι und dann Γήρᾳ epexegetisch folgt.

Ueber jene Zeitbestimmung hat jetzt ausführlich gehandelt Seidler *p. XVII* fg. der Hermannischen Ausgabe der Antigone. Zu den Resultaten seiner Untersuchung war ich bereits vor mehrern Jahren, worüber ich mich auf Hrn. Buttmann berufe, gröfstentheils aus denselben Gründen, mit Ausnahme der von Bekker entdeckten entscheidenden Vervollständigung des Scholion zu Aristophanes Wespen Vs. 283 — in welchem noch die Leipziger Ausgabe ἐπὶ Περικλέους ἄρχοντος hat, da doch Perikles zur Zeit des Samischen Feldzuges Strateg und nicht Archon war, welches er auch nie gewesen ist, und schon aus Diodor das nun in der Venetianischen Handschrift gefundene Τιμοκλέους hergestellt werden konnte — nur in andrer Zusammenstellung derselben, gelangt, und stimme daher, was die Zeit des Samischen Kriegs, seine Theilung in zwei, von Diodor, wie er auch sonst nicht selten thut ([3]), in ein Jahr zusammengedrängten Feldzüge, deren Zusammenhang, und die Strategie des Sophokles im zweiten derselben, also Ol. 85, 1, betrifft, mit Seidler überein ([4]).

Allein darin, dafs in demselben Jahre, worin der zweite Samische Feldzug und Sophokles Strategie wahrscheinlich fallen, auch die Antigone zum ersten Male gegeben sey, kann ich ihm nicht beistimmen. Da

---

(1) In Bekker's *Anecdotis graecis*, *Vol. I*, *p.* 430, 16.

(2) S. die Fragmente bei Brunck. Vergl. auch Bekker's *Anecdota l. c. p.* 102, 15.

(3) Vergl. Mitford's Geschichte der Griechen, übers. von Eichstaedt Th. II, S. 493, die Anmerkung. K. W. Krüger in Seebode's Archiv für Philologie und Pädagogik, Jahrg. 1, Heft 2, S. 220.

(4) Ich habe hier und im Folgenden das mündlich Vorgetragene, in Hinsicht auf die von Böckh in seiner schon erwähnten Abhandlung angestellte genauere Untersuchung, sehr abgekürzt.

nehmlich, wie bekannt, immer zehn Strategen auf ein ganzes Jahr erwählt wurden, die Wahlen der Beamten für das nächste Jahr auf jeden Fall immer gegen das Ende des attischen Jahres gehalten seyn müssen, die grofsen Dionysien aber, an welchen die Dichter mit neuen Tragödien auftraten, um mehr als drei Monate vor dem Jahresschlufs in den Elaphebolion fielen ([1]), so konnte Sophokles wohl in einem und demselben Jahre die Antigone geben und zum Strategen für das nächste, unmöglich aber mehr für das nehmliche Jahr gewählt werden. Dies bringt die erste Aufführung der Antigone auf jeden Fall in ein früheres Jahr, als welches mit grofser Wahrscheinlichkeit Ol. 84, 4. angenommen werden kann, da der Eindruck, welcher die Ertheilung der Strategie bewirkte, noch frisch gewesen seyn mufs, als diese erfolgte, welcher Voraussetzung auch das oben bemerkte Zeitverhältnifs entspricht. Da überdem die Meinung, wonach die Aufführung der Antigone schon Ol. 84, 3. geschehn seyn soll, auf die Voraussetzung, Sophokles Strategie gehöre schon in Ol. 84, 4, sich stützte, so mufs, wenn diese um ein Jahr weiter rückt, auch jene um eben so viel vorrücken.

Auch Seidlers Correctur in der alten Biographie des Sophokles *πρὸς Σαμίους* statt des gewöhnlichen πρὸς Ἀναίαν halte ich für so unzweifelhaft richtig nicht. Ist nehmlich nach Brunck die Lesart guter alter Handschriften πρὸς Ἀνανίους, so liegt, da nach Stephanus Byzantinus Ἀναῖος nebst Ἀναΐτης, welches letztere sich bei Thukydides III, 19. findet, das *gentile* ist, offenbar πρὸς Ἀναίους weit näher, als das erst von Turnebus, wahrscheinlich nach der Recension des Triclinius, deren von Brunck benutzter *Codex T* πρὸς Ἀνανίαν hat, aufgenommene und nachher auch von Joseph Scaliger in die *Descriptio Olympiadum*, allein erst zu Ol. 85, 3. gesetzte, und, wie es danach scheint, mit den unter Ol. 84, 4. gebrachten Thaten des Perikles im Samischen Kriege aufser aller Verbindung gedachte, πρὸς Ἀναίαν oder die oben erwähnte Correctur, so scheinbar diese auch ist, da es allerdings auffallen mufs, einen so bedeutenden und bekannten Krieg, wie der Samische, von einem so wenig

---

(1) Böckh über die Lenäen, Anthesterien und Dionysien in den Abhandlungen der historisch-philol. Klasse der K. Akademie von den Jahren 1816 und 1817, S. 59 u. 96.

bekannten Orte, wie Anaia, benannt zu sehn. Allein die Biographie ist aus guten alten Quellen geschöpft, und der Verfasser derjenigen, woraus die Notiz über Sophokles Strategie entlehnt ist, konnte guten Grund haben, den zweiten Samischen Feldzug durch ὁ πρὸς Ἀναίους πόλεμος zu bezeichnen. Denn Anaia — ἡ Ἀναία und τὰ Ἄναια (1) — an der kleinasiatischen Küste, Samos gegenüber gelegen, und durch einen Theil der von den Ephesiern aus Samos Vertriebnen unter ihrem König Leogoras befestigt (2), fehlt zwar im d'Anville und Mannert und auf unsern Charten vom alten Kleinasien und Griechenland, auch auf der neuesten Kruseschen, ist aber in der Geschichte von Samos nicht unwichtig. Es war immer der Zufluchtsort der aristokratischen Partei auf Samos, welche, so oft die demokratische mit Hülfe der Athener die Oberhand gewonnen hatte, von dort aus ihr auf alle nur mögliche Art entgegenwirkte, auf Samos Unruhen unterhielt, die Flüchtlinge von da aufnahm, die Peloponnesier unterstützte, wie aus mehrern Stellen des Thukydides, vornehmlich aus IV, 75. erhellt (3). Auch auf diesen Samischen Krieg hatte sie bedeutenden Einflufs. Thukydides (I, 115) sagt ausdrücklich, dafs, als die Athener im ersten Feldzuge die Demokratie auf Samos eingerichtet hätten, einige Samier nicht da geblieben, sondern auf das feste Land geflüchtet wären, dafs diese, nach dem Abzuge der Athener, sowohl mit den Vornehmsten in der Stadt, als auch mit Pissuthnes, dem Persischen Statthalter von Sardes, sich vereinbart, nachdem sie nächtlicher Weile nach Samos übergesetzt wären, die Demokratie wieder gestürzt und so den zweiten Samischen Feldzug herbeigeführt hätten. Schon in dieser Beziehung konnte dieser zweite Feldzug, als gegen die vom festen Lande Kleinasiens, also hauptsächlich von Anaia aus, seine Veranlassung herbeiführende Gegenpartei gerichtet, ὁ πρὸς Ἀναίους πόλεμος genannt werden, auf ähnliche Art, wie Thukydides III, 32. dieselbe den Feinden der Athener immer Vorschub leistende

---

(1) *Intpp.* zu *Thucyd. III,* 19 u. 32.

(2) *Pausan VII,* 4, 3.

(3) Vergl. Lessing im Leben des Sophokles in seinen sämmtlichen Schriften, Th. 14, S. 391 fg. und Krüger in *Dionysii Halicarnassensis historiographicis p.* 328.

Partei Σαμίους ἐξ Ἀναίων nennt. Ueberdem geht aus Thukydides weiterem Berichte hervor, daſs sich der Krieg nach den ersten Siegen des Perikles zur See und auf Samos eine Zeitlang „gegen Kaunos und Karien" zog. Hier in Karien lag aber eben nach Stephanus Byzantinus Anaia. Es kann also die Bezeichnung des zweiten Samischen Feldzugs in der Biographie durch ἐν τῷ πρὸς Ἀναίους πολέμῳ als von jener speciellen Beziehung desselben hergenommen erklärt werden.

Ueber
# die Antigone des Sophokles.

Von
Hrn. BOECKH.

## Erste Abhandlung.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 29. Januar und 12. Februar 1824.]

1. Das Hellenische Alterthum liegt als eine uns fremde, bis auf einen gewissen Grad in sich abgeschlossene, eigenthümliche Welt vor uns, in der jegliche bedeutende Erscheinung eine Unendlichkeit von Aufgaben darbeut, an denen wir bereits etliche Jahrhunderte lösen, ohne dafs ein Einzelner behaupten könnte, viel gelös't zu haben. Denn kein Besonderes kann ohne das Allgemeine, und das Allgemeine wieder nicht ohne alle Besonderheiten begriffen werden; und was die Alten, weil ihnen das eine wie das andere unmittelbar gegenwärtig war, von selbst einsahen, müssen wir durch Verstand und Kunst annäherungsweise erreichen, indem wir aus zerstreuten Einzelheiten die allgemeinen Voraussetzungen des Verständnisses wieder zu erzeugen suchen, damit wir dann auch das Besondere lebhafter und inniger erkennen. So wird derjenige der Wahrheit am nächsten kommen, welcher bei übrigens gleicher Kunstübung, gleicher Gabe der Anschauung und Forschung, die gröfste Uebersicht des Allgemeinen und Ganzen erworben hat, weil dieser die meisten Voraussetzungen zum Verständnifs mitbringt; ein solcher wird nicht leicht auf die Klippe der Scharfsinnigsten, die leere Spitzfindigkeit, stofsen, noch aus sich herausspinnen, was nur aus der Verbindung mannigfacher Ueberlieferungen gewonnen werden kann. Wer dürfte sich jedoch rühmen, eine genügende Uebersicht des Ganzen zu haben? Ehe diese erreicht ist, mufs der eine den andern, und diesen wieder ein anderer ergänzen; und so wird es zuträglich sein, die Gegenstände

so oft zu erwägen, bis keiner mehr etwas hinzuthun kann. Zufällig kam ich ungefähr zu gleicher Zeit mit unserem Süvern auf den Gedanken, meine Ansicht über die Sophokleïsche Antigone darzulegen; nachdem ich einen Theil seiner Abhandlung gehört hatte, sah ich, dafs wir in einem Hauptpunkte, der Zeit des Stückes, wenn auch nicht völlig, doch nahe zusammenstimmten (1); dafs er ferner Mehreres behandelt habe, was ich nicht in den Kreis meiner Betrachtung gezogen hatte, Anderes von mir weiter ausgeführt war, als in seinem Zwecke lag: ich glaubte also, dafs auch hier der Eine den Andern wechselseitig ergänzen könne, und da ich überdies dieser ersten Abhandlung, welche sich nur auf etliche allgemeine Verhältnisse der Antigone bezieht, in einer zweiten Bemerkungen über einzelne Stellen beifügen wollte, mochte ich auch die erstere nicht unterdrücken, weil sie den Reiz der Neuheit verloren habe.

2. Die Antigone, nach der Ordnung der Zeit das zweiunddreifsigste Stück, und wie Aristophanes von Byzanz richtig urtheilt, eines der schönsten (2), soll dem Dichter wegen des dadurch erlangten Beifalles die Stelle eines Feldherrn in dem Samischen Kriege erworben haben: Φασὶ δὲ τὸν Σοφοκλέα ἠξιῶσθαι τῆς ἐν Σάμῳ στρατηγίας, εὐδοκιμήσαντα ἐν τῇ διδασκαλίᾳ τῆς Ἀντιγόνης (3). Aufser der allgemeinen Gunst, welche der Dichter seines liebenswürdigen Wesens halber genofs (4), hatte hierzu gewifs das Stück selbst beigetragen; aber sogar bei der höchsten Meinung von dem Geschmacke der Athener ist man schwerlich zu der Voraussetzung berechtigt, dafs das dichterische Verdienst der Tragödie ihn dieser Auszeichnung werth zu machen schien; ihn deshalb zum Feldherrn zu wählen, wäre sogar lächerlich gewesen. Die Alten waren gewohnt, an den Gedichten nicht blofs den künstlerischen Werth zu achten, sondern auch den menschlichen, für die Sitten und den Staat;

---

(1) Von der ästhetischen Betrachtung konnte oben nicht gesprochen werden, weil der darauf bezügliche Theil der Abhandlung meines Vorgängers beim Vortrage ausgelassen war.

(2) *Argum. Antig.* Τὸ μὲν δρᾶμα τῶν καλλίστων Σοφοκλέους.

(3) *Aristoph. Byz.* ebendas.

(4) S. des Ungenannten Leben des Sophokles.

und gerade die in der Antigone dargelegten Grundsätze waren sehr geeignet, unsern Dichter für ein bedeutendes Amt zu empfehlen. Mit Recht hat man auf die Lehren aufmerksam gemacht, welche Kreon über die Pflichten des Staatsmannes und der Bürger im Verhältnifs zu dem Herrschenden aufstellt (162 ff. 655 ff.) [1]: auch im Munde des Alleinherrschers mufsten diese den entschiedensten Beifall der Zuschauer hervorlocken, deren Sinn ganz auf das öffentliche Leben gerichtet war. Doch verstand Sophokles seine Zuhörer zu gut, um Kreon's Verlangen des Gehorsams nicht zu mildern; sehr wohl hat er das Tyrannische in der Person des Alleinherrschers hervorzuheben gewufst, und in den Reden des Haemon ein demokratisches Gegengewicht gegeben; schon der eine Vers desselben, „Nicht Staat ja ist es, welcher Eines Mannes „nur (*Πόλις γὰρ οὐκ ἔσθ᾽, ἥτις ἀνδρός ἐσθ᾽ ἑνός*)," mufste ein unauslöschliches Bravo hervorrufen, und auch die übrige Umgebung jener Stelle (731-755.) ist auf denselben Eindruck berechnet. Allerdings sind dies untergeordnete, fast möchte man verführt sein zu sagen, Euripideïsche Schönheiten; doch sind sie in diesem Stücke keine leere und für das Ganze unpassende Gemeinsprüche, wenn sie gleich mit für den Beifall geschrieben sind. Sollte man aber nicht den Athenern zutrauen dürfen, dafs sie noch etwas mehr von der sittlichen Vortrefflichkeit dieses Stückes begriffen hätten? Wenigstens ist der Grundgedanke desselben ein solcher, der das gröfste Zutrauen zu dem Dichter erwecken, ja sogar den Wunsch erregen mufste, ihm einen Antheil an der Staatsleitung gegeben zu sehen, indem die Tragödie fast in allen ihren Theilen darauf hinarbeitet, besonnenen Rath und Ueberlegung (*εὐβουλία*) im Gegensatz gegen die Leidenschaft als das Höchste und Glückseeligste darzustellen, die Abmessung der Befugnisse zu empfehlen, und zu zeigen, wie heftiger Eigenwille und kühne Uebertretung göttlichen oder menschlichen Gesetzes ins Verderben stürze: worauf ich unten zurückkommen werde. Uebrigens war Sophokles gewifs kein grofser Feldherr. Wir haben bei ihm gerade das seltene Glück, das Urtheil eines sehr verständigen Zeitgenossen über seinen Charakter in dessen eigenen Worten zu

---

(1) Die Verse sind immer nach Hermann's Zählung angegeben.

besitzen. Ion von Chios (1) giebt uns einen merkwürdigen Bericht über sein Zusammensein mit Sophokles: er habe, sagt er, einen beim Weine lustigen und artigen Mann (*παιδιώδη παρ᾽ οἶνον καὶ δεξιόν*) gefunden; er erzählt des Sophokles Gespräch mit einem kritischen Schulmeister, der einen Vers des Phrynichos tadelte, dessen sich unser Dichter beim Anschauen eines lieblichen Knaben bedient hatte; wie dann der Knabe einen Halm aus dem Becher habe nehmen wollen, und Sophokles ihm sagte, er möchte ihn herausblasen, damit er den Finger nicht benetze; indem nun aber Sophokles den Becher sich näherte und der Knabe, um den Halm wegzublasen, auch nahe an das Gesicht des Feldherrn gekommen, habe er ihn geküfst. Da nun alle lachten und Beifall klatschten, sagte Sophokles: „Ich übe mich in der Strategie, ihr „Männer; dieweil Perikles sagte, ich verstände wohl die Poesie, aber „nicht die Strategie; ist mir nun dies mein Strategem nicht recht gut „gelungen?" Wer sollte ihn richtiger beurtheilt haben als Perikles? Zum Ueberflufs sagt Ion noch aus eigener Person: „In Staatssachen „war er weder weise noch thatkräftig, sondern wie der erste beste der „guten Athenischen Bürger." Schwerlich dürfte ihm also Perikles irgend eine kriegerische Unternehmung übertragen haben; aber als ein Mann, der sich beliebt machen und Menschen behandeln konnte, war er zu Unterhandlungen sehr geeignet, welche in allen Zeiten des Attischen Staates einen sehr wichtigen Theil der Feldherrngeschäfte ausmachten, und in denen sich nachher Alkibiades und Timotheos Konon's Sohn auszeichneten. Unstreitig führte Sophokles gerade die wichtigsten Unterhandlungen mit den Bundesgenossen, Lesbos und Chios; und wenn es wahr ist, dafs er sich im Samischen Kriege bereichert habe (2), gaben jene Unterhandlungen die beste Gelegenheit. Indessen glaube ich jene

---

(1) Beim *Athen. XIII*, S. 604 f. aus des Ion Ἐπιδημίαις.

(2) Schol. Aristoph. Frieden 696. *Λέγεται δὲ, ὅτι ἐκ τῆς στρατηγίας τῆς ἐν Σάμῳ ἠργυρίσατο.* Perikles, der dem Sophokles in Freundlichkeit Lehren gab, scheint ihm dergleichen nicht verwiesen zu haben; wohl aber fürchtete er seine Verliebtheit, indem er ihn darauf aufmerksam machte, dafs ein Feldherr nicht blofs enthaltsame Hände, sondern auch enthaltsame Augen haben müsse. *Cic. Off. I*, 40. *Val. Max. IV*, 3. *ext.* 1. *Plutarch. Pericl.* 8. In der Antigone spricht er selbst gegen bestechliche Habsucht 295 ff. 1020 ff.

Sage, die nur der Scholiast des Aristophanes anführt, nicht ohne Grund bestreiten zu können; denn sie kommt nur bei Gelegenheit eines Aristophanischen Stichelwortes gegen unsern Dichter vor, und scheint nur eine Vermuthung zur Erklärung desselben zu sein. Aristophanes läfst nehmlich durch den Hermes eine Anfrage bestellen, was Sophokles mache; es wird geantwortet, es gehe ihm vortrefflich: er sei aus einem Sophokles ein Simonides geworden, weil er alt und ranzig um den Gewinn wol selbst auf einer Binsenmatte schiffte. Da jedoch der Aristophanische Friede, worin diese Posse enthalten ist, erst Olymp. 90, 1. etwa zwanzig Jahre nach dem Samischen Kriege aufgeführt worden, so erkennt man leicht, dafs Aristophanes an jene angebliche Thatsache nicht gedacht haben kann. Dafs auch Xenophanes den Sophokles wegen des Geizes getadelt habe, ist blofs ein Mifsverständnifs des Florens Christianus: Xenophanes sprach von seinem Zeitgenossen Simonides. Aristophanes dagegen giebt dem Greise Sophokles, wie klar ist, allerdings Gewinnsucht schuld; anscheinend im Widerspruch mit der bekannten Erzählung, wonach Sophokles von seinen Söhnen, und namentlich von Iophon wegen Vernachlässigung seines Vermögens belangt worden sein soll, mit dem Antrage ihm als geistesschwach die Verwaltung desselben zu nehmen: bei welcher Gelegenheit er sich durch Vorlesung der Parodos des Oedipus auf Kolonos vertheidigt haben soll (1). Mir scheint jedoch dieser Widerspruch so wenig von Bedeutung, dafs ich sogar die Vermuthung wage, der Geiz des Sophokles habe mit seiner Verschwendung sehr nahe zusammengehangen: denn da er unläugbar in seinem Alter wie in der Jugend der Liebe sehr unterthan war, mögen ihm die Damen nicht wenig gekostet, die Söhne aber zugleich seine Kargheit empfunden haben; dadurch gereizt, konnten sie allerdings eine solche Klage anstellen, um in den Besitz des Vermögens zu kommen, und gerade bei dieser Gelegenheit könnte Sophokles zugleich als Verschwender und als habsüchtig in übeln Ruf gekommen sein. Auffallend stimmt gerade die Zeit damit überein, welche ich (2) dem Oedipus auf Kolonos

---

(1) *Cicero de senect.* 7. der Ungenannte im Leben d. Soph. *Schol. Aristoph.* Frösche 73. *Lucian Macrob.* 24. *Plutarch An seni sit resp. ger.* 3.

(2) *Gr. trag. pr.* S. 187.

anzuweisen versucht habe, Olymp. 89, 4. Wenn diese Bestimmung auch unsicher ist, so halte ich sie dennoch durch das, was Reisig (1) dagegen bemerkt, nicht für widerlegt; wogegen Süvern, wie ich glaube, richtig gezeigt hat, dafs Reisig's eigene Annahme unhaltbar ist.

3. Geleitet von dem Samischen Kriege haben Petitus (2), Bentley (3), Musgrave (4), die Aufführung der Antigone in Olymp. 84, 3. gesetzt; welchen ich (5) so weit beigetreten bin, dafs ich diese Bestimmung als eine ungefähre anerkannte, und die Antigone zweifelhaft in Olymp. 84, 3. ja noch unbestimmter „*circa Olymp. 84. exeuntem*" stellte. Die sorgfältige Untersuchung von Seidler, bei welcher auch Hermann (6) sich beruhigt, liefert dagegen das Ergebnifs, dafs sie in Olymp. 85, 1. gehöre. Gesetzt auch, dafs Seidler's Bestimmung der Zeiten des Samischen Krieges sicher wäre, so würde er dennoch, wie Süvern bereits bemerkt hat, das Stück ein Jahr zu spät setzen; nachdem ich aber den ganzen Verlauf der Samischen Feldzüge von neuem genauer erwogen, und die Zeiten derselben zu bestimmen gesucht habe, sehe ich, dafs die Antigone eben so gut, ja besser zwei Jahre früher gesetzt werden kann; dies zu zeigen, bedarf es freilich einer gröfsern Ausführlichkeit, als die Geringfügigkeit des Gegenstandes vielleicht verdient. Nach dem Euböischen Kriege schlossen die Spartaner und Athener den bekannten dreifsigjährigen Friedensvertrag; im funfzehnten Jahre desselben beginnt dem Thukydides zufolge (7) der Peloponnesische Krieg, im Frühjahr Olymp. 87, 1. zwei Monate ehe der Archon Pythodoros sein Amt niederlegte. Da Thukydides sagt, vierzehn Jahre sei der Vertrag gehalten worden, im funfzehnten aber seien Feindseeligkeiten ausgebrochen, hat Dodwell von der angegebenen Zeit gerade vierzehn Jahre zurück ge-

---

(1) *Oed. Col. Enarr.* S. VII.

(2) *Misc. III,* 18.

(3) *Epist. ad Mill.* S. 528. *Lips.*

(4) *Chronol. scenic.*

(5) *Gr. trag. pr.* S. 107. 108. 137.

(6) Vorrede z. Antig.

(7) *II.* 2.

rechnet, und setzt daher die Abschliefsung des Vertrages Olymp. 83, 3. um den zehnten Olympischen Monat. Worin liegt aber die Gewährleistung, dafs beim Ausbruch der Feindseeligkeiten gerade nur vierzehn Jahre seit jenem Bündnisse verflossen waren? Thukydides meint offenbar nichts weiter, als dafs der Vertrag so viel volle Jahre gehalten und im folgenden verletzt wurde; wie viel Monate des funfzehnten Jahres bereits abgelaufen waren, dies zu bestimmen lag nicht in seinem Zwecke. Eben so gut kann man daher annehmen, dafs der Friedensvertrag schon sechs Monate früher, im vierten Olympischen Monat geschlossen war; ja man kann noch viele Annahmen zum Grunde legen: aber um die Voraussetzungen nicht zu vervielfältigen, wollen wir nur von diesen beiden ausgehen, dafs der Friedensvertrag Olymp. 83, 3. entweder im Frühjahr um den zehnten, oder schon im vorhergegangenen Spätjahr, um den vierten Olympischen Monat geschlossen war. Wir lassen jetzt aber die letztere Voraussetzung vor der Hand aus den Augen, um auf sie später zurückzukommen, und halten uns lediglich an die erstere, um nach dieser die Zeiten der Samischen Kämpfe zu bestimmen. Im sechsten Jahre jenes Vertrages nehmlich entstand der Krieg der Samier und Milesier über Priene (1), welchen aufser Thukydides Diodor (2) und Plutarch (3) mit ziemlicher Uebereinstimmung erzählen; dies sechste Jahr würde nach der erstern Annahme im Frühjahr Olymp. 84, 4. beginnen, für welches Jahr Timokles als Archon angegeben wird. Ehe wir aber einen Schritt weiter in dieser verwickelten Untersuchung gehen können, müssen wir uns über die Zeit des Archontenwechsels in Athen verständigen, indem wir sonst bei der Nennung eines Archon uns die Zeit nicht mit Bestimmtheit denken können. Denn da der Schaltmonat nach dem Poseideon folgt, hat man nicht ohne Grund angenommen, dafs das alte Attische Jahr mit dem Gamelion begonnen habe; und weil der Metonische Cyclus gerade mit Olymp. 87, 1. anfängt, und dieses Jahr das

(1) Thukyd. I, 115 f.

(2) XII, 27 f.

(3) Perikl. 25 ff.

erste ist, von welchem man weifs, dafs es mit dem Hekatombäon anfing, haben Dodwell und Corsini [1] dieses Jahr als den Wendepunct des Attischen Kalenders angesehen, und lassen die Jahre vorher mit dem Gamelion beginnen. Man kommt hierbei in die Verlegenheit, ob man dem letzten Archon vor Pythodoros, nehmlich Apseudes, sechs oder achtzehn Monate geben soll; wodurch sich alle frühere Archonten um ein Jahr weiter herunter oder hinauf schieben; Dodwell thut jenes, Corsini dieses; des erstern Annahme hat Corsini [2] hinreichend widerlegt, und die letztere halte ich schon darum für grundlos, weil die demokratische Eifersucht der Athener schwerlich einer Kalenderveränderung zuliebe die Archonten ein halbes Jahr über ihre Zeit im Amte gelassen, sondern sie lieber für diese sechs Monate neue Archonten gesetzt haben würden. Indessen quälte mich die Unentschiedenheit, ob zur Zeit der Samischen Kriege die Archonten mit dem Gamelion oder Hekatombäon eintraten, ungemein, weil die chronologischen Bestimmungen darnach sich ganz verschieden gestalten, bis ich endlich bemerkte, dafs ich diese Sache, die für die Attische Chronologie nicht unwichtig ist, längst selber ohne es zu merken entschieden hatte. Ich habe nehmlich unter der Voraussetzung, dafs das Jahr mit dem Hekatombäon beginne, gezeigt [3], dafs die Marathonische Schlacht in der Mitte des Monates Metageitnion geliefert wurde, und zwar in der zweiten Prytanie: dahin führen auch unabhängig von jener Voraussetzung die übrigen Umstände: hätte aber das Jahr damals mit dem Gamelion begonnen, so fiele die zweite Prytanie in den Winter, in welchen das Treffen zu setzen ohnehin unmöglich ist, da die Perser nicht im Winter angriffen. Daher ist schon für das Jahr Olymp. 72, 3. bewiesen, dafs das Attische Jahr mit dem Hekatombäon begann; die Attischen Archonten stimmen

---

(1) Ihnen bin ich auch im *Prooem. Pind.* Th. II. Bd. II, S. 15. gefolgt; was ich hiermit zurücknehme.

(2) *F. A.* Bd. I, S. 93.

(3) Vorrede z. Lectionsverzeichnifs der hiesigen Universität, Sommer 1816. Der Tag der Schlacht ist jedoch zu berichtigen; es ist nehmlich der 16. oder 17. statt des 18. zu setzen, weil der Vollmond den 13. oder 14. eintritt.

also schon seit dieser Zeit mit den Olympischen Jahren überein, und wir können bei unserer Betrachtung die gewöhnlichen Angaben der Archonten für die Olympischen Jahre unbesorgt befolgen. Wenn nun das sechste Jahr des dreifsigjährigen Bündnisses erst mit dem Frühjahr des Jahres Olymp. 84, 4. beginnt, der Samische Krieg aber in diesem anfängt, und zwar, wie Diodor und der Scholiast des Aristophanes uns bezeugen, unter dem Archon Timokles: so mufste dieser Kampf gerade nicht früher und nicht später als in dem Frühlingsviertel jenes Jahres beginnen, in welchem man auch die Kämpfe anzufangen pflegte: nicht früher, weil er sonst ins fünfte Jahr des Bündnisses zurückreichte; nicht später, weil er sonst nicht mehr unter Timokles fiele. Zuerst nun wurden die Milesier von den Samiern besiegt, und wenden sich von den Samischen Demokraten unterstützt an Athen; die Athener ziehen daher mit vierzig Schiffen gegen Samos, setzen dort eine Volksherrschaft ein, nehmen funfzig Männer und ebensoviel Knaben als Geisel, welche sie nach Lemnos bringen; in Samos lassen sie eine Attische Besatzung, und nehmen nach Diodor achtzig Talente Contribution. Als Anführer wird Perikles von Plutarch und Diodor genannt, von letzterem mit den Worten: Περικλέα προχειρισάμενοι στρατηγόν; alles vollendet er, wie Diodor sagt, in wenigen Tagen, und kehrt nach Athen zurück. Ich wüfste nicht, was dagegen wäre, dafs alles dies in den drei Frühlingsmonaten unter dem Archon Timokles geschehen wäre; ja es bedurfte nicht einmal so langer Zeit. Aber Einige der Samier, nehmlich die oligarchisch Gesinnten, waren nach dem festen Lande in die Verbannung gegangen, machten Bundesgenossenschaft mit Pissuthnes in Sardes, und nachdem sie siebenhundert Mann Hülfstruppen zusammengebracht, bemächtigten sie sich ihrer Vaterstadt bei Nacht, stahlen, was natürlich sehr rasch geschehen mufste, die Geisel von Lemnos weg, lieferten die Attische Besatzung und Befehlshaber dem Pissuthnes aus, und rüsteten sich alsbald gegen Milet. Dafs dies alles schnell geschehen mufste, liegt in der Natur der Sache; zum Ueberflufs bezeugt Plutarch, gleich nach Perikles Abzug seien die Samier abgefallen. Wollen wir daher diese Begebenheiten nicht noch unter Timokles setzen, so müfsten sie wenigstens in den Anfang des Archon Morychides Olymp. 85, 1. fallen. Nunmehr zogen die Athener zum zweiten Male unter Perikles (πάλιν προχειρισά-

*μενοι στρατηγόν,* sagt Diodor) mit sechzig Schiffen gegen Samos [1]; sechzehn derselben wurden versandt, theils nach Karien, um die Phönicische Flotte zu beobachten, theils nach Chios und Lesbos, um Hülfe von dort auszuwirken; Perikles aber, der wie Thukydides sagt, selbzehnt Feldherr war, griff die eben schon von Milet her kommende siebzig Schiffe starke Samische Flotte mit seinen vierundvierzig Schiffen bei der Insel Tragia an, und besiegte sie. Die Samier mochten vorzüglich durch die Schwere eines Theiles ihrer Schiffe im Nachtheil sein; denn zwanzig der ihrigen hatten Landungstruppen an Bord. Hernach kamen von Athen noch vierzig, von Chios und Lesbos fünfundzwanzig Schiffe; so verstärkt landen die Athener, und fangen nach einem siegreichen Gefechte an, die Stadt aus drei Befestigungen und mit den Maschinen des Artemon zu belagern, zu Lande und zugleich zu Wasser. Da wurde dem Perikles berichtet, dafs Phönicische Schiffe im Anzug wären, welchen Stesagoras von Samos mit fünf Schiffen und aufserdem Andere entgegengefahren waren: daher zog er in Eile (*κατὰ τάχος* Thukydides), einige Tage nach Anfang der Belagerung (*μετά τινας ἡμέρας* Diodor), dem Feinde gen Kaunos und Karien entgegen. Die Gröfse des Vergehens der Samier gegen Athen und die damalige Schnelligkeit der Athener läfst annehmen, dafs dies alles in kurzer Zeit bewirkt wurde; und wir werden viel zugeben, wenn wir dazu die ersten drei Monate unter Morychides einräumen. Nach dem Abzuge des Perikles machen die Samier einen Ausfall, durchbrechen die Blokade und schlagen die Athenische Flotte unter der Anführung des Philosophen Melissos, der schon früher mit vorübergehendem Erfolge gegen Perikles gefochten hatte; vierzehn Tage sind sie nun Herren des Meeres und verproviantiren die Stadt. Aber Perikles kehrt, sobald er Nachricht von den Vortheilen der Samier erhalten hat, sogleich in Eile zurück (*εὐθὺς ὑπέστρεψε* Diodor, *ἐβοήθει κατὰ τάχος* Plutarch), und schliefst Samos von neuem zur See ein; demnächst kommen noch vierzig Schiffe von Athen unter Thukydides, Agnon und Phormion, und zwanzig unter Antikles und Tlepolemos, desgleichen dreifsig von Lesbos und Chios; Diodor läfst sie alle schnell und bald nach Perikles Rückkehr von Karien eintreffen oder absenden.

(1) *Thukyd. I,* 116.

Noch versuchen die Samier ein kurzes Seetreffen, und werden im neunten Monate durch Belagerung bezwungen, ihre Mauern geschleift, die Flotte genommen; sie geben Geisel und verpflichten sich zur Zahlung der Kriegskosten in bestimmten Fristen. Am natürlichsten rechnet man jene neun Monate von der Schlacht bei Tragia an: und so würde die Unterwerfung von Samos in das Frühjahr Olymp. 85, 1. fallen. An ein Hinschleppen durch mehrere Jahre ist um so weniger zu denken, da Perikles wegen der Kürze der Zeit, worin er so Grofses vollbracht, sich rühmen konnte; und wenn wir auch nicht mit Dodwell [1] an die Vollendung beider Feldzüge unter Einer Strategie denken möchten, indem der Scholiast des Aristophanes [2] ausdrücklich bemerkt, dafs der Samische Krieg unter zwei Archonten, Timokles und Morychides geführt wurde, so können wir ebenso wenig Seidler'n zugeben, dafs was vor der Belagerung vorfiel, nicht habe in drei Monaten geschehen können, ,,*praesertim si quis locorum intervalla caelique et tempestatum permutationes* ,,*aliaque huiuscemodi, quae moras afferunt, obstacula secum perpendat.*'' Im Gegentheil liegen alle Orte nicht weit auseinander, und die Jahreszeit, wie sie nach der bisherigen Voraussetzung angenommen worden, ist vorzüglich günstig, da wir den Anfang der Feldzüge in das letzte Vierteljahr des Archon Timokles setzten; endlich geben die Schriftsteller geradezu überall an, dafs alles rasch auf einander folgte.

4. Nach den bisherigen Annahmen fiele also die Hauptmasse der Kämpfe unter Morychides, und nur der erste kurze Krieg unter Timokles. Wiewohl nun Diodor häufig Begebenheiten, die unter zwei Archonten vorfielen, unter Einem zusammenfafst, weil der Zusammenhang der Eräugnisse nicht unterbrochen werden sollte, die Hauptkämpfe vom Frühjahr bis zum Spätjahr aufeinander folgen und gerade in der Mitte dieses Zeitraums die Archonten wechseln: so hätte doch Diodor sehr ungeschickt erzählt, wenn die bisherigen Voraussetzungen richtig wären. Denn da die Hauptbegebenheiten unter Morychides fallen, und nur der erste Feldzug unter Timokles: so war es ungeschickt, alles unter diesem

---

(1) *Annal. Thuc.* S. 684. in der Leipz. Ausgabe des Thukyd.

(2) Wespen 283. aus Bekker's Venet. Handschrift: *τὰ δὲ περὶ Σάμον ἐννεακαιδεκάτῳ ἔτει πρότερον ἐπὶ Τιμοκλέους γέγονε καὶ ἐπὶ τοῦ ἑξῆς Δορυχίδου* (Μορυχίδε).

zu erzählen; vielmehr mufste er entweder alles unter Morychides bringen, oder wenigstens den zweiten Feldzug, da der erste für sich ein Ganzes bildete, was leicht abgesondert werden konnte. Dies überzeugt mich, dafs wir die andere Voraussetzung ergreifen müssen, wonach der dreifsigjährige Vertrag etliche Monate früher als Dodwell meinte, geschlossen war: wir wollen ihn in den vierten Olympischen Monat Olymp. 83, 3. setzen, das heifst ins Spätjahr. Dann würde der Streit zwischen Samos und Milet, benachbarten Staaten, die in jeder Jahreszeit sich angreifen können, ins Spätjahr Olymp. 84, 4, hinaufgerückt; der zweite Zug der Athener fiele dann auf jeden Fall noch unter den Archon Timokles; aber die Einnahme und gänzliche Unterwerfung von Samos erst unter Morychides. Man wende nicht ein, dafs hierdurch Winterfeldzüge entständen; auch unter der erstern, ja unter jeder möglichen Voraussetzung mufs ein Winterfeldzug angenommen werden. Wir wollen die Zeiten der verschiedenen Begebenheiten nach dieser Voraussetzung nicht bis ins Einzelne verfolgen; nur soviel bemerke ich, dafs nach ihr der Anfang des zweiten Krieges füglich Ende Winters oder im Anfange des Frühjahres Olymp. 84, 4. zu setzen sein wird, da wir im vorhergegangenen Winter, eben weil die Witterung ungünstig ist, die Begebenheiten sich nicht so sehr dürfen drängen lassen. Dann hat aber Diodor sehr verständig erzählt; denn dafs er den erst unter Morychides erfolgten Ausgang des zweiten Krieges mit unter Timokles erzählte, ist natürlich, weil der Anfang unter diesen fiel. Unter dieser Voraussetzung nun ist auch die Untersuchung ganz unwichtig, ob Sophokles beim ersten oder zweiten Feldzuge Feldherr gewesen; doch wollen wir auch diese berücksichtigen. Schon Lessing [1] hat bemerkt, dafs seine Strategie in den zweiten falle; und Seidler hat diesen Punkt genau erwogen. Die meisten Zeugen schweigen zwar; Thukydides und die Hauptstelle des Plutarch erwähnen den Sophokles gar nicht, ebenso wenig Diodor, den man aus Versehen eingemischt hat; Justin [2] weifs, dafs unser Dichter Feldherr mit Perikles gewesen, spricht aber von einem Kriege gegen die Spartaner; der Scholiast zum Aristophanischen

---

(1) Leben des Sophokl. S. 137.

(2) III, 6.

Frieden [1], Cicero [2] Plutarch in einer andern Stelle [3], Valerius Maximus [4] erklären sich eben so wenig über Sophokles Samische Strategie, ob sie in den ersten oder zweiten Feldzug gehörte. Aber Ion von Chios sprach den Sophokles als Feldherrn in Chios selbst, als er nach Lesbos schiffte; offenbar auf dem zweiten Zuge, indem Sophokles zu jener Sendung nach beiden Inseln gebraucht wurde, und Strabo [5] setzt seine Strategie in den Feldzug, der durch die entscheidende Belagerung beendigt wurde: Ἀθηναῖοι — *πέμψαντες στρατηγὸν* Περικλέα *καὶ σὺν αὐτῷ Σοφοκλέα τὸν ποιητὴν πολιορκίᾳ κακῶς διέθηκαν ἀπειθοῦντας τοὺς Σαμίους.* Endlich ist Thukydides Mitfeldherr beim zweiten Zuge, und der Ungenannte im Leben des Sophokles behauptet, der Dichter sei mit Perikles und Thukydides der Strategie gewürdigt worden. Aber die letztere Angabe läfst sich, wie ich unten thun werde, beseitigen; die beiden andern zeigen unstreitig, dafs Sophokles im Anfange des zweiten Zuges Feldherr war, ohne jedoch zu beweisen, dafs er es zur Zeit des ersten Zuges nicht war: denn fiel der Anfang des zweiten mit dem ersten in dasselbe bürgerliche Jahr, so war Sophokles zur Zeit beider Feldherr.

5. Um nun auf die Antigone zurückzukommen, so hat unser Süvern schon gezeigt, dafs Seidler diejenigen mit Unrecht verläfst, welche die Antigone in das Jahr vor dem Samischen Kriege setzen, da es nach den Attischen Verhältnissen anders gar nicht möglich ist. Wir finden im Attischen Staate zweierlei Gattungen von Feldherrn, aufserordentliche und ordentliche. Jenen wurden einzelne Unternehmungen des besondern Zutrauens wegen übertragen, wie der Sicilische Feldzug dem Nikias und seinen Amtsgenossen, dem Kleon die Belagerung von Pylos; ihrer waren gewöhnlich wenige, und es ist mir nicht erinnerlich, dafs dies vor dem Peloponnesischen Kriege geschehen sei, in welchem der Drang der Umstände dazu nöthigen mufste. Die andern waren eine Behörde von zehn Männern, welche im Voraus für das

---

(1) Vs. 696.
(2) *Off. I*, 40.
(3) Perikl. 8.
(4) *IV*, 3. *ext.* 1.
(5) *XIV*. S. 446.

nächste Jahr vom Volke durch Cheirotonie erwählt wurde ([1]). Dafs Sophokles aufser der Ordnung zum Feldherrn erwählt worden, ist selbst dann, wenn dies schon damals Gewohnheit gewesen sein sollte, nicht glaublich, da er weder kriegskundig noch thätig war; wohl aber konnte man ihm die gewöhnliche Magistratur der Strategie ertheilen, bei welcher er mit neun Andern nicht viel schaden konnte, da man ohnehin nicht wufste, ob gerade das Jahr eine bedeutende Kriegsunternehmung herbeiführen würde. Doch Thukydides bringt die Sache einfacher zur Entscheidung. Perikles, sagt er, schlug bei Tragia *στρατηγῶν δέκατος αὐτός*. Nicht als ob er in diesem Treffen mit neun Andern befehligt hätte; Sophokles selbst war nicht bei dieser Schlacht, sondern nach Chios und Lesbos geschickt; ein Anderer mufste nach Karien abgesandt sein, und wären, wie man annimmt, ich aber bezweifle, Thukydides Melesias Sohn und die vier Andern, die mit und nach ihm kamen, damals seine Amtsgenossen gewesen, so würden auch diese gefehlt haben. Der Geschichtschreiber will also nichts weiter sagen, als Perikles sei einer der zehn ordentlichen Feldherrn des Jahres gewesen; und ein solcher war also auch Sophokles. Diese traten ihr Amt ohne Zweifel im Hekatombäon an: zwar konnten dadurch die Sommerfeldzüge in der Mitte unterbrochen werden; aber eben so schickte man ja beim Jahreswechsel den Trierarchen Nachfolger (*διαδόχους*) ([2]), und selbst die Truppen wurden oft abgelös't (*ἐκ διαδοχῆς*) ([3]). Aber auch wenn die Feldherrn ihr Amt im Frühling angetreten hätten, was ich nicht glaube, würde das Ergebnifs für Seidler's Meinung nicht günstiger ausfallen. Es kommt eigentlich darauf an, wann sie gewählt wurden; und ob wir gleich nicht wissen, wann die *ἀρχαιρεσίαι* gehalten wurden, da Ulpian's Angabe darüber erwiesen falsch ist ([4]), so fallen diese doch ohne Zweifel in das letzte Viertel des Jahres oder kurz vorher. Und in dieser Zeit mufs Sophokles auch erwählt worden sein. Schauspiele wurden zu Athen nur vom Poseideon bis zum Elaphebolion gegeben; im Poseideon an den ländlichen

---

(1) Schömann *de comitt.* S. 313 ff.

(2) Staatshaushaltung Bd. II, S. 52.

(3) S. meine Abhandlung über die Ephebie.

(4) Staatshaushaltung Bd. II, S. 176. Schömann *de comitt.* S. 322 ff.

Dionysien niemals neue; im Elaphebolion dagegen an den grofsen Dionysien die meisten, und zwar neue [1]: folglich konnte Sophokles nur in diesen auf den Frühling losgehenden Wintermonaten siegen. Am wahrscheinlichsten aber ist die Antigone an den grofsen Dionysien gegeben; an diesen waren auch die Bundesgenossen in Athen versammelt, die um diese Zeit die Tribute abliefern; und wenn nun Sophokles damals gerade sich grofsen Beifall erworben hatte, war er auch in den Augen der Bundesgenossen gehoben, worauf bei einem Feldherrn viel ankommt: und so wurde er, vermuthlich gleich darauf, in den Wahlcomitien zum Strategen ernannt, als das Andenken an die Antigone eben noch ganz frisch war. War nun der zweite Zug gegen Samos, nach der ersten unserer Voraussetzungen, erst Olymp. 85, 1. unternommen, so ist die Antigone Olymp. 84, 4. aufgeführt; fällt aber jener Zug, wie uns wahrscheinlicher erschienen ist, schon in das Ende des Winters oder den Frühling Olymp. 84, 4, so war Sophokles schon dies ganze Jahr hindurch Feldherr, und die Tragödie ist Olymp. 84, 3. gegeben. An die Aufführung derselben in Olymp. 85, 1. ist nicht mehr zu denken: selbst bei der unwahrscheinlichen Annahme, dafs die Feldherrn ihr Amt schon im Frühjahr angetreten hätten, und also Sophokles im Frühling Olymp. 84, 4. eben erst erwählt, den zweiten Feldzug angetreten hätte, würde man die Antigone doch immer schon Olymp. 84, 4. setzen müssen. Da jedoch diese Annahme zu willkührlich ist, müssen wir das Stück in Olymp. 84, 3. rücken, sobald wir der Samischen Kämpfe zweiten schon im Frühjahr Olymp. 84, 4. anfangen lassen; und um letztere Ansicht theils zu unterstützen, theils von scheinbaren Schwierigkeiten zu befreien, erlaube ich mir noch einige Bemerkungen.

6. Setzen wir den zweiten Angriff auf Samos nicht nach der ersten Voraussetzung in den hohen Sommer, in den Anfang von Olymp. 85, 1. sondern schon in das vorhergehende Frühjahr Olymp. 84, 4. so begreift man, warum die Phönicische Flotte noch nicht da war; diese fuhr wie gewöhnlich im Frühjahr aus, und die Athener kamen natürlich ihr leicht zuvor. Eben als Perikles die Schlacht bei Tragia lieferte, war

---

(1) S. meine Abhandlung von den Dionysien.

Sophokles in Chios [1]; beim Gastmahle steht der weinschenkende Knabe am Feuer. Wozu das Feuer im Klima von Chios im Juli oder August? und zwar im Speisesaal? Etwa bloſs der Heiligkeit der Hestia wegen oder zur Getränkbereitung? Ich denke eher der Frühlingsnachtfröste wegen; denn daſs sie bei Nacht schmausen, versteht sich von selbst, wenn es auch nicht daraus erhellte, daſs der Knabe durch das Feuer sichtbar wurde. Wie aber? Wenn Sophokles schon Olymp. 84. 4. Feldherr war, so ist er des Perikles Amtsgenosse schon beim ersten Zuge; in der Mitte des zweiten Zuges aber wechseln alsdann die Strategen, und Sophokles war dann nicht mehr Feldherr, als Samos eingenommen wurde? Allerdings; aber es steht nirgends geschrieben, daſs Sophokles nicht Stratege war, als der erste Zug unternommen wurde; und wenn er es war, kann er dabei gewesen oder zu Hause geblieben sein; und vor der Beendigung des zweiten Feldzuges mag er abgegangen sein, da er schwerlich, wie Perikles, wieder erwählt wurde. Denn aus Strabo wird man schwerlich erweisen können, daſs Sophokles bei der Uebergabe von Samos unter Morychides (Olymp. 85, 1.) noch beim Heere war; aus ihm folgt weiter nichts, als daſs er eine Zeitlang beim zweiten Feldzuge des Perikles Amtsgenosse gewesen. Wenn ferner Diodor die Strategie des Perikles in dem zweiten Zuge durch die Worte, πάλιν Περικλέα προχειρισάμενοι στρατηγόν, als eine neue zu bezeichnen scheint, lasse man sich dadurch nicht täuschen. Diodor wägt seine Worte nicht so; er will nur sagen, daſs Perikles auch diesen Feldzug wieder übertragen erhielt; und es kann daher der Anfang desselben in dieselbe jährliche Strategie mit dem ersten Feldzuge gefallen sein. Aber nach dem Ungenannten ist Sophokles auch mit Thukydides zusammen Feldherr gewesen; und Thukydides kommt doch erst in dem zweiten Feldzuge nach der zweiten Einschlieſsung von Samos von Athen: begann der zweite Zug mit dem Frühling Olymp. 84, 4. so ist es wahrscheinlich, daſs jene Schiffe, welche Thukydides führte, erst um den Anfang von Olymp. 85, 1. abgingen; und so würde Thukydides Feldherr von Olymp. 85, 1. werden, während Sophokles Strategie von uns Olymp. 84, 4. gesetzt

---

(1) Ion beim Athen. XIII, S. 604. F.

wird. Dieser Einwurf könnte als der bedeutendste erscheinen; allein Thukydides konnte ja, wie Perikles es offenbar war, als ein angesehener und bewährter Staatsmann, in beiden Jahren Feldherr gewesen, und Anfangs in Athen zurückgehalten, und wie oft, erst später nachgesandt sein. Und wer bürgt dafür, dafs Thukydides wirklich der Amtsgenosse des Sophokles war? Man wufste aus den gleichnamigen Geschichtschreiber, dafs Thukydides mit Perikles gegen Samos Feldherr war; dasselbe war von Sophokles bekannt: wie leicht war die Zusammenstellung, dafs nun auch Sophokles mit Thukydides zusammen im Amte war, wenn auch Thukydides erst im folgenden Jahre Feldherr geworden sein sollte? Ja ist es nicht auffallend, dafs nach der zweiten Einschliefsung von Samos eine so bedeutende Zahl Schiffe und fünf neue Feldherrn ankommen, desgleichen auch neue Schiffe von Lesbos und Chios? Sollte dies nicht eine Andeutung sein, dafs diese fünf Feldherrn neuerwählte sind, welche zur Ablösung der austretenden kommen, und dafs sie das Aufgebot des nächsten Jahres mit den neuen Trierarchen bringen? Dies wären also die Feldherrn von Olymp. 85, 1. und da Sophokles schon zur Zeit des Seetreffens bei Tragia Feldherr war, fiele dann seine Strategie nothwendig in Olymp. 84, 4. und die Antigone in Olymp. 84, 3.

7. Noch eine Angabe über den Feldherrn Sophokles enthält die Lebensbeschreibung des Ungenannten: *Καὶ Ἀθηναῖοι δὲ αὐτὸν ἑξήκοντα πέντε ἐτῶν ὄντα στρατηγὸν εἵλοντο, πρὸ τῶν Πελοποννησιακῶν ἔτεσιν ἑπτὰ, ἐν τῷ πρὸς Ἀναίαν πολέμῳ:* woraus Scaliger in der *Ὀλυμπιάδων ἀναγραφὴ* geschöpft hat. Dafs er sieben Jahre vor dem Peloponnesischen Kriege zum Feldherrn erwählt worden, dabei will ich mich eben nicht aufhalten; denn die Angabe ist auf jeden Fall ungenau: wenn auch Seidler bemerkt, dafs zwischen Morychides, unter welchem er des Sophokles Strategie setzt, und Pythodor, unter welchem der Peloponnesische Krieg anfängt, sieben Archonten liegen; so mufste der Ungenannte doch immer neun Jahre sagen, weil das Jahr des Morychides und auch des Pythodor zugezählt werden mufste: denn Pythodor hatte schon zehn Monate regiert, ehe der Krieg begann. Aus einer so ungenauen Angabe läfst sich offenbar für so feine Untersuchungen nichts folgern. Das Lebensjahr des Sophokles soll das fünfundsechzigste oder nach einer andern Leseart gar das neunundsechzigste sein: das wahre *πεντήκοντα πέντε* hat schon Lessing

vorgeschlagen, und wir wollen es gleich hernach durch dem Sophokles selbst unterstützen. Für jetzt bemerke ich, dafs es nicht allein nach der Rechnung des Ungenannten, sondern überhaupt und schlechthin richtig ist. Seidler und Reisig [1] setzen zwar das Geburtsjahr des Sophokles in Olymp. 70, 4. wie es scheint aus zu grofser Verehrung der Parischen Chronik, die nicht mehr Glauben verdient als jeder alte Chronograph; nach aller historischen Kritik verdient die Angabe des Ungenannten, der des Dichters Geburt in Olymp. 71, 2. setzt, gröfsern Glauben, da ausdrücklich der Archon des Jahres, Philippos genannt ist; in der Parischen Steinschrift ist dagegen nur die Nachricht, dafs Sophokles Olymp. 77, 4. achtundzwanzig Jahr alt gewesen sei, und dies kann auf ungenauer Rechnung beruhen. Den Tod des Sophokles setzt Diodor [2] in Olymp. 93, 3. und er soll nach ihm neunzig Jahr alt geworden sein; aber neunzig ist eine runde Zahl, und rechnen wir neunundachtzig, so ist die Rechnung richtig, wenn man von Olymp. 71, 2. ausgeht; selbst neunzig kommen heraus wenn man das Geburts- und Todesjahr zuzählt: wiewohl ich überzeugt bin, dafs Sophokles schon ein Jahr früher gestorben. Gewifs ist, dafs Sophokles Olymp. 75, 1. bei dem Salaminischen Siegesfest vortanzte: welches für einen funfzehnjährigen Knaben besser pafst als für einen fast achtzehnjährigen Epheben [3]. Indem wir also die Geburt des Sophokles in Olymp. 71, 2. setzen, und zwar aus Vermuthung in den Anfang des Jahres; so wird Sophokles Olymp. 84, 4. im fünfundfunfzigsten Jahre sein: so dafs wir also auch nach dieser Nachricht des Sophokles Strategie eben in dieses Jahr setzen können, uns anschliefsend an die natürlichste Verbesserung der Worte des Ungenannten. Sophokles soll aber Feldherr gewesen sein in dem Kriege *πρὸς Ἀναίαν*, wie Turnebus richtig liest: hieraus ist in der Triklinisch-Brunckischen Handschrift *Ἀνανίαν* verderbt: Andere lesen *Ἀνανίους*, das ist *Ἀναίους*, was auf dasselbe herauskommt. Die mifsgegriffene Veränderung *Σαμίους* hat Süvern mir zu widerlegen erspart; das Wahre

---

(1) *Oed. Col. Enarr.* S. XI.

(2) *XIII,* 103.

(3) Es scheint nehmlich nicht ein Männer- sondern ein Knabenchor gewesen zu sein.

sah Lessing schon: ich füge nur Eine Bemerkung hinzu. Obwohl Anaea im Peloponnesischen Kriege fortwährend im Besitz der Samischen Aristokraten erscheint, so müssen doch die Athener im Samischen Kriege auch dagegen ihre Angriffe gerichtet haben, und nahmen es entweder nicht ein oder verloren es später wieder. Ich gebe zu, dafs dies eben so gut im zweiten als ersten Feldzuge geschehen mufste, weil Anaea ein wichtiger fester Punkt war: aber dafs beim zweiten Zuge gerade Sophokles gegen Anaea aufgestellt war, finde ich darum nicht nothwendig, weil mir folgende Ansicht leichter scheint. Sollte nehmlich wohl irgend ein Grammatiker eine Begebenheit des bekannten und in der Griechischen Geschichte sehr wichtigen zweiten Samischen Krieges den Krieg gegen Anaea genannt haben, ohne überhaupt den Samischen Feldzug dabei zu erwähnen? Natürlicher scheint mir, dafs ein gelehrter Chronograph den ersten Zug mit diesem Namen im Gegensatz gegen den eigentlichen, bekannten Samischen Krieg bezeichnete. Der Kampf zwischen Milet und Samos war um das Gebiet von Priene, gegenüber von Samos; hier liegt gerade Anaea. Was ist einfacher, als dafs die von Milet zu Hülfe gerufenen Athener zuerst das bestrittene Gebiet den Samiern zu entreissen suchen, um es den Milesiern zu geben? Inwiefern also Anaea und die Umgegend die erste Quelle des ersten Feldzuges war, und dieser sich darum drehte, mochte dieser Krieg mit Recht der Anäische heifsen, wenn auch Samos in dessen Folge eine Besatzung erhielt. Und so möchte Sophokles auch bei diesem ersten Zuge gewesen sein.

8. Plutarch (1) theilt uns den Anfang eines Epigrammes mit, welches anerkannt von Sophokles sei: Τουτὶ δὲ ὁμολογουμένως Σοφοκλέους ἐστὶ τὸ ἐπιγραμμάτιον·

> Ὠιδὴν Ἡροδότῳ τεῦξεν Σοφοκλῆς ἐτέων ὢν
> πέντ᾽ ἐπὶ πεντήκοντα.

Das Epigramm ist wahrscheinlich verstümmelt; und da Plutarch gerade von Kunstleistungen in bedeutendem Alter spricht, ist es eben nicht besonders wohl angebracht, da fünfundfunfzig Jahre eben kein hohes Alter ist. Indessen scheint die Stelle doch nicht eingeschoben; das Epi-

(1) *An seni sit resp. ger.* 3.

gramm selbst aber scheint ein Xenion zu einer übergebenen Ode zu sein; wie man bei dieser Ode an die Antigone oder den Oedipus auf Kolonos denken kann ([1]), begreife ich nicht. Mit Recht denkt man aber wohl an den Geschichtschreiber Herodot: er war ein Homeride wie Sophokles, und sie mochten sich anziehen. Herodot ist aber nach gewöhnlicher Ansicht Olymp. 84, 1. nach Thurii gewandert, nachdem er schon vorher einen Theil seiner Geschichte in Athen gelesen haben soll ([2]). Wird ihm denn Sophokles die Ode nach Thurii geschickt haben? Ich zweifle; es hat vielmehr den Anschein, dafs aus Freundschaft bei einer persönlichen Zusammenkunft Sophokles dem Geschichtschreiber ein Gedicht zum Andenken machte. Dafs Herodot gerade Olymp. 84, 1. nach Thurii ging, ist eine blofse Voraussetzung, weil Thurii damals von den Athenern colonisirt wurde ([3]); er kann auch später hingegangen sein; die Zeit der Panathenäischen Vorlesung aber ist völlig unbestimmt. Herodot lebte und schrieb in Samos: Sophokles war fünfundfunfzig Jahr alt, als er Feldherr im Samischen Kriege war; wie einfach ist nicht die Zusammenstellung, dafs er gerade bei dieser Gelegenheit mit Herodot bekannt wurde, dafs Herodot, vielleicht schon vor der grofsen Belagerung, Samos verliefs, da er wohl beurtheilen konnte, dafs dieselbe unglücklich für Samos sein werde, und dann nach Athen ging? Gerade um die Zeit, als nach unserer zweiten obigen Annahme die grofse Belagerung anfing, im Frühjahr Olymp. 84, 4. ist Sophokles schon ziemlich in seinem fünfundfunfzigsten Jahre vorgerückt, wenn wir der obigen Berechnung seiner Lebenszeit folgen: der Ausdruck πέντ᾽ ἐπὶ πεντήκοντα ἐτῶν ὤν setzt aber keinesweges die Vollendung des letzten Jahres voraus. Ich habe dies hier ausgeführt, nicht weil auch daraus folgte, dafs Sophokles nicht Olymp. 85, 1. Feldherr gewesen, sondern nur um zu zeigen, wie alles, was nur irgend aufzubringen ist, sich mit der Annahme seiner Strategie in Olymp. 84, 4. sehr wohl vereinigen läfst.

---

(1) Vgl. Jacob *Qu. Soph.* Bd. 1, S. 349 f. S. 364.

(2) S. Creuzer's hist. Kunst der Gr. S. 95. um nicht ausführlicher davon zu reden.

(3) Strabo und Suidas scheinen es schon so genommen zu haben; doch ist dies nicht sicher.

9. Ob Sophokles selbst seine Antigone später noch einmal habe aufführen lassen wollen, und ob er zu diesem Zwecke Einiges überarbeitet habe, ist schwer mit Sicherheit zu bestimmen; doch führen einige Anzeigen zu dieser Vermuthung, die ich schon früher aufgestellt habe. Vs. 1031. ist nehmlich *τὸ μανθάνειν δ'* eine metrische Eigenthümlichkeit, der sich Sophokles nicht vor Olymp. 87, 1. bedient haben soll (1); Satyros, ein unverächtlicher Schriftsteller, behauptet, er sei beim Vorlesen der Antigone gestorben; Andere, nach dem Vorlesen: und sein Tod wird auf die Choen gesetzt (2). An den Choen hielt man, wie es scheint, Schauspielproben; an ebendenselben wurden Todtenopfer gebracht, und Sophokles soll den Tod des Euripides in einem Stücke, worin die Schauspieler in schwarzen Gewändern auftraten, haben betrauern lassen. Alle diese Umstände, so räthselhaft sie zum Theil erscheinen, stimmen untereinander merkwürdig überein; welches Stück endlich paſste sich besser zur Weihe der Todtenopfer als Antigone? Es scheint daher, daſs Sophokles in seinem Todesjahre Olymp. 93. 2. (3) eine Wiederholung der Antigone vorbereitet hatte; aber ich möchte von diesem Gedanken in der Kritik des Stückes keinen Gebrauch machen; denn schwankende Vermuthungen sind schädlicher als nützlich, und zu sichern Kennzeichen späterer Zusätze oder Umarbeitungen kann man nicht gelangen.

10. Die Fabel der Antigone ist wahrscheinlich aus der kyklischen Thebaïs oder einer Oedipodie entlehnt; und da gerade aus dem Epos auch Apollodor geschöpft hat, wird es zweckmäſsig sein mit Uebergehung des Hygin die Worte desselben anzuführen (4): *Κρέων δὲ τὴν Θηβαίων βασιλείαν παραλαβὼν τοὺς τῶν Ἀργείων νεκροὺς ἔρριψεν ἀτάφους, καὶ κηρύξας μηδένα θάπτειν φύλακας κατέστησεν. Ἀντιγόνη δὲ μία τῶν Οἰδίποδος θυγατέρων κρύφα τὸ Πολυνείκους σῶμα κλέψασα ἔθαψε· καὶ φωραθεῖσα ὑπὸ Κρέοντος, αὐτὴν τῷ τάφῳ ζῶσαν ἐνεκρύψατο.* An diesen Inhalt schlieſst sich die Sophokleische Tragödie genau an. Mit ihr stehen

(1) *Gr. trag. pr.* S. 138 ff.

(2) Die Stellen habe ich *Gr. trag. pr. c. XVI.* gesammelt, aber in der Abhandlung über die Dionysien §. 21. die Sache anders gestellt.

(3) Vgl. Abh. v. d. Dionysien Anmerk. 120. 145.

(4) *III*, 7, 1.

die beiden Oedipe in einer, jedoch nicht unmittelbaren Verbindung; in weiter Entfernung reihten sich daran die Epigonen. Letztere könnten in der angeblichen Weissagung des Epigonenkrieges (Vs. 1067 ff.) vorbedeutet scheinen; aber ich hoffe in der zweiten Abhandlung zu zeigen, dafs diese Weissagung ein Mifsverständnifs der Ausleger ist. Dafs jedoch auch die drei andern Stücke nicht zu einer Tetralogie gehörten, sondern Antigone besonders (und wahrscheinlich einzeln) gegeben, die Oedipe aber bedeutend später sind, ist gewifs. (1) Dagegen scheint sich die Antigone nach der Ansicht des Sophokles unmittelbar an die Aeschyleischen Sieben gegen Theben anzuschliefsen, wie des Euripides Antigone an seine Phönissen, worin das folgende Schauspiel schon vorbereitet ist: (2) gerade wo das Aeschyleische Drama aufhört, knüpft das Sophokleische mit einer geringen Veränderung an. Beim Aeschylos erscheint die Stadt als gerettet; Polyneikes und Eteokles sind todt, aber noch nicht begraben; dieses sind die Voraussetzungen, die in dem Prolog und in der Parodos von Sophokles gegeben werden, nur dafs Eteokles schon beerdigt ist. Auch die durch Heroldsruf erlassene Bekanntmachung (*κήρυγμα*) des Kreon, welche in der Antigone vorausgesetzt wird, ist in den Sieben gegen Theben gegeben; nur stellt es Aeschylos, dessen Gesinnung minder demokratisch ist, als Volkswille dar, läst die Antigone dem Herold gleich ihren Vorsatz erklären, dennoch den Bruder zu beerdigen, und die Hälfte des Jungfrauenchores entschliefst sich alsbald ihr beizustehen; denn dies sei der Stadt ein gemeinsames Weh, und Anderes sei zu einer andern Zeit dem Staate Recht. Sophokles dagegen stellt Kreons Befehl, den Polyneikes unbeerdigt zu lassen, als tyrannische Gesetzgebung dar, in welche das Volk sich murrend füge: so belastet er den Kreon mit Schuld, und mildert den schroffen Spruch des Aeschylos, dem Staate sei Anderes zu anderer Zeit Recht, durch Uebertragung auf den Einzelwillen des Machthabers. Verbergen will Antigone auch bei Sophokles ihre That nicht; indem ihr aber dieser jeden Genossen des Vergehens nimmt, erhebt er in ihr das stolze Selbstvertrauen, welches für den Gedanken des Stückes wesentlich

(1) Vgl. *Gr. trag. pr.* S. 107. 138.

(2) S. ebendas. S. 270.

ist. Kaum konnte Aeschylos die Antigone größer auffassen, als Sophokles gethan hat. Aber dieser hat auch die menschliche Entschuldigung ihrer That, dafs zu anderer Zeit Anderes dem Staate Recht sei, meisterhaft ergriffen, und den Gedanken, der im Aeschylos nur als grofsartige Aeufserung eines edlen Unwillens erscheint, in der Entwickelung des Gegensatzes zwischen göttlichem und menschlichem Gesetz bis zur philosophischen Klarheit gestaltet.

11. Ein Inhaltsverzeichnifs eines Kunstwerkes ist zwar jammervolle Handarbeit, welche der bessern Philologie fremd ist; aber als Vorbereitung zum Auffinden der Einheit und des Grundgedankens eines Stückes bedarf es doch einer Uebersicht; welche ich um so mehr nur mit Ueberwindung gebe, weil ich nachher Wiederholungen nicht ganz werde vermeiden können. Nachdem in der letzten Nacht das Heer der Argiver verschwunden (Vs. 15.), erzählt Antigone ihrer Schwester Kreon's Verbot den Polyneikes zu beerdigen; entschlossen den Bruder zu bestatten, fordert sie Ismenen zur Theilnahme auf. Diese verweiset ihr den Gedanken, gegen des Herrschers Befehl dies zu wagen, stellt es als eine Thorheit dar, Unmögliches zu unternehmen: jedoch erkennt sie das edle, den Freunden ächt ergebene Gemüth an. Antigone dagegen will den Bruder nicht verrathen (Vs. 46.), erklärt Kreon's Gesetz als nicht bindend für sich, da es ihm nicht zustehe, sie von dem Ihrigen abzuhalten: wenn ihr Ismene die schmählichen Folgen ihrer That vorhält (Vs. 59 ff.) und sie erinnert, dafs sie als Weiber und Schwächere dem Stärkern weichen müfsen, wird sie hart von ihr zurückgestofsen; Antigone fordert von Ismenen nicht mehr Hülfe noch Mitleid noch Fürsorge, will ihre That nicht einmal verheimlicht wissen; denn sie will gern sterben. Vs. 72.

Schön ist zu sterben mir nach dieser That.
Beim lieben Bruder lieg' ich dann geliebt; dieweil
ich frommen Frevel übte; denn den Untern mufs
ich läng're Zeit gefallen als den Hiesigen.

Vs. 96. Nichts erleiden kann
so grofses ich, dafs nicht ein edler Tod mir bleibt.

Dann besingt der Chor die Errettung der Stadt und der Argiver Untergang, deren übermüthigen Angriff Zeus und die Götter gestraft haben.

Kreon erscheint, und setzt von dem Standpuncte des Herrschers und des Staates mit einer Gesinnung, in welcher sich die Gerechtigkeitsliebe nicht verkennen läfst, auseinander, warum er den Polyneikes nicht begraben lasse; doch tritt er als Machthaber stark und hart auf. Der Chor unterwirft sich der Macht (213 ff.), doch nicht ohne verborgene Abneigung gegen die Härte des Befehls:

> Jedwede Satzung stehet dir zu geben frei,
> der Todten wegen und uns, die am Leben sind.

Daher will der Chor auch keinen thätigen Antheil an der Sache nehmen, sondern entschuldigt sich mit dem Alter; und nachdem der Wächter die geschehene Bestattung des Polyneikes verkündet hat, wagt der Chor sogar den Gedanken, dies sei von den Göttern angeregt (278.). Kreon darob ergrimmt, behält folgerecht seine Härte auch gegen die Wächter, denen er die Schuld beimifst. Hiernächst stellt der Chor (332 ff.) das Gewaltige der menschlichen Natur dar; diese unterwirft sich alles; sie hat auch das Staats- und Vernunftleben gegründet; aber der Mensch, in seinem Streben bald das Gute bald das Böse ergreifend, geht auch über göttliches und menschliches Recht hinaus; solchen wünscht er sich fern (362 ff.) (1). Da sieht er Antigonen bringen, und fürchtet gleich, sie sei auf thörichtem Beginnen betroffen worden (379.). Sie, das Haupt gesenkt, gesteht alsbald ihre That; begeistert von der Schönheit derselben zeigt sie, wie sie das göttliche Gesetz befolgt habe, welches nicht von heute und gestern, sondern von Ewigkeit her sei; nicht so grofs sei Kreon's Gebot, dafs er ein Sterblicher das ungeschriebene und sichere Gesetz der Götter übertreffen könne; nicht habe sie, irgend einen Menschen fürchtend, das göttliche Recht übertreten wollen, obwohl sie den Tod vorhergesehen; das Leben habe für sie keinen Werth mehr:

> Denn wer in mannigfacher Noth, der meinen gleich,
> lebt, wie verschaffte diesem nicht der Tod Gewinn?

So zeiht sie, wenn sie thöricht erschiene, den Kreon selbst der Thorheit (465.):

---

(1) Hier und anderer Orten sind Erklärungen der Stellen zum Grunde gelegt, die ich in der zweiten Abhandlung rechtfertigen werde.

Wenn aber thöricht jetzo dir mein Thun erscheint,
mag wohl der Thorheit mich ein Thor bezüchtigen.

Ihr verweiset der Chor ihre Wildheit und daſs sie nicht verstehe dem Unglück zu weichen. Beide, Kreon und Antigone, entwickeln ihr Recht, diese sich auf das natürliche und religiöse Todtenrecht berufend, jener des Polyneikes Vergehen gegen das Vaterland hervorhebend, und der Antigone Uebertretung des positiven Gesetzes und unmäſsige Ueberhebung Schuld gebend, da sie ihrer That sich sogar rühme und den König verhöhne (469-521.): wogegen Antigone behauptet, auch das Volk billige ihre Handlung, und schweige nur der tyrannischen Gewalt weichend (504. 505.). Der König, seine Härte fortsetzend, will auch die schuldlose Ismene ins Verderben ziehen; diese, ihre schwesterliche Liebe zart bewährend, miſst sich selbst Antheil an der Schuld bei (522 ff.), und wünscht mitzusterben; aber sie wird von der stolzen Antigone mit grausamer Härte und beiſsenden Reden zurückgewiesen; Ismene selbst verliert ihre Besinnung; denn im Unglück verlieren wir auch die Vernunft, die wir haben (559.). Unwiderruflich beschlieſst Kreon den Tod der Antigone: denn die Weiber sollen in ihre Grenzen zurückgedrängt werden; auch die Kühnen fliehen, wenn sie den Tod vor Augen sehen (574 ff.). Jetzt enthüllt der Chor das Schicksal des Labdakidenhauses: ein Unheil zieht das andere nach sich; die Götter drängen, und keine Lösung des Verderbens ist möglich: des Hauses letztes Licht vertilgt der Untergötter blutiger Staub, ,,des Rathes Unsinn und der Seel' Erinnys'' (599.): welche Worte der Antigone gelten. Kein Sterblicher übertrifft in frevlem Uebermuthe der Götter Macht; aber der Menschen Leidenschaft führt sie zu Uebelthaten; die Hoffnungen täuschen sie, und Böses ergreift statt des Guten, wem der Gott den Sinn verwirrt. Diese Betrachtungen gehen aus dem Schicksale der Jungfrau hervor; aber sie bereiten zugleich auf Kreon's nahen Fall vor. Nun erscheint Haemon; der Vater ermahnt ihn, daſs er ihm folge und die Braut aufopfere, und spricht weise und staatskluge Reden (635-676.), welche auch der Chor anerkennt; doch sind sie streng und unbiegsam, ohne Rücksicht auf feinere und mildere Gefühle. Haemon selbst kann sich der Wahrheit dieser Lehren nicht entziehen (629 ff.); aber in aller Ehrerbietung macht er den Vater darauf aufmerksam, man müsse, nicht

eigener Weisheit allein vertrauend, auch Anderer Einsicht in Ehren halten. So ermahnt er ihn, der grofsherzigen That Verzeihung angedeihen zu lassen; auch die Bürger schenkten der Jungfrau Beifall und Mitleid, was freilich dem Herrscher nicht zu Ohren komme. Auch dies erkennt der Chor als wohlgesprochen an. Kreon dagegen, sich selbst vertrauend, will nicht der Vater vom Sohne belehrt werden, nicht seine Handlungen sich vom Volke vorschreiben lassen; er ist der einzige Herrscher. Also gerathen Vater und Sohn in heftigen Streit; dieser wirft jenem selbst die Gottlosigkeit und Unverstand vor, indem er seine Reden nicht mehr mäfsigt. Kreon fafst den grausamen Beschlufs, die Braut vor des Verlobten Augen sterben zu lassen; Haemon, der schon angedeutet hat, dafs ihr Tod noch Einen verderben werde, entfernt sich zornig; Kreon meint, er möge thun was er wolle (764.), und befiehlt Antigonen lebendig zu beerdigen, nicht ohne Verachtung der Untergötter, welche sie ehrt (768 ff.). Der Chor besingt die Gewalt der Liebe (776 ff.), die zur Raserei führe; sie hat auch diesen Kampf des Vaters und des Sohnes erzeugt; sie zieht auch gerechter Männer Sinn zur Ungerechtigkeit hin. Bald entlockt ihm der Antigone Schicksal Thränen (795 ff.); sie selbst beweint auf dem Wege zu dem Todtenbrautgemach ihr Loos; der Chor gesteht ihr zwar den Ruhm eines neuen Todes zu; dafs sie Göttergleichen sich vergleicht, verweiset er ihr, wie sie es selber nimmt, spottend (811. 728.): er mifsbilligt ihre That, indem er ihr der Kühnheit Aeufserstes und des Gesetzes Uebertretung vorwirft (846.): dafs sie einen väterlichen Kampf ausbüfse, ist kein Hauptgedanke, sondern nur eine Vergleichung mit dem Schicksale des Vaters. Denn der Chor selber sagt (866.): Dich stürzte eigenwill'ger Trotzsinn: und wenn er (864.) ihre Frömmigkeit anerkennt, schärft er ihr dennoch wieder ein, dafs sie durch Uebertretung des Gesetzes sich eine Macht angemafst habe, die ihr nicht gebühre. Die Dulterin tröstet sich mit der Frömmigkeit ihrer Handlung und der Liebe der Todten (882 ff.); dafs sie gegen den Staatswillen gehandelt habe, erkennt sie an (898.), und sucht dies noch durch einen besondern Grund zu entschuldigen, auf welchen ich zurückkommen werde. Im Ganzen beharrt sie auf ihrer Ueberzeugung; doch mit leisem Zweifel stellt sie den Göttern das Urtheil anheim. Der Chor tadelt offenbar

diese Hartnäckigkeit (920 ff.). Ebenso beharrt Kreon in seiner Leidenschaft, die sich gleich in den Drohungen gegen die Langsamkeit der Vollstrecker des Urtheils ausspricht: welche ein Beweis des Mitleides für die Jungfrau ist. Nach der Wegführung der Antigone besingt der Chor (955 ff.) ähnliche Fälle der Mythengeschichte, in welchen Schicksal und Wahnsinn die Menschen ins Verderben geführt: unter welchen des Dionysos Verächter Lykurg, obgleich in anderer Beziehung aufgeführt, nicht ohne Bedeutung für Kreon ist. Nun aber verkündet Tiresias die Zeichen der Götter, zeiht in milder Rede und ohne Uebermuth den Herrscher des Irrthums, in welchem er gegen die Todten wüthe, und ermahnt ihn zu dessen Einsicht und Verbesserung. Kreon vermifst sich auch gegen den göttlichen Seher, und zeiht ihn der Geldsucht und Lüge, bis ihn endlich, da Tiresias die göttliche Strafe verkündet, die Angst erfafst, und er des Chores Rathe folgend, nicht ohne Ueberwindung sich entschliefst, den Polyneikes zu beerdigen und das Mägdlein zu befreien; denn er fürchtet jetzt, es möchte das Beste sein, den bestehenden Gebräuchen (τοῖς καθεστῶσιν νόμοις) zu folgen. Der Chor ruft den Dionysos, den Schutzgott Thebens an, dafs er helfe; doch plötzlich erscheint der Bote mit der Nachricht von Haemon's Selbstmord; ein Beweis, dafs unverständiger Rath (ἀβουλία) dem Manne, hier dem Kreon, der Uebel schlimmstes (1227.). Haemon's Tod ist höchst leidenschaftlich: selbst gegen den Vater hat er das Schwert gezogen; dann ersticht er sich verzweiflungsvoll, und indem er sich noch im Sterben um die Braut herumschlingt, röthet er ihre bleichen Wangen mit seinem Blute. Antigone selbst hatte sich mit ihrem Gürtel erhängt. Bald bringt der Herrscher die Leiche des Sohnes, nicht fremdes Unheil, sondern Folge eigener Schuld (1242.): er bejammert seine verkehrte Klugheit (δυςβουλία); zu spät, sagt der Chor, erkennt er das Recht. Schnell folgt die zweite Trauerpost, von Eurydikens Tod, welche im Sterben den Gemahl verwünscht und Haemon's Tod preist (1287 ff.). Der Chor schliefst mit dem bedeutungsvollen Spruch:

Wohl ist Weisheit der Glückseeligkeit
Um Vieles das Erst'; und das göttliche Recht
Darf keiner verschmäh'n: denn gewaltige Wort'
In gewaltigem Schlag doch büfsend einmal,
Hochmüthiger Art,
Sie lehren im Alter die Weisheit.

12. Wir haben, so weit es in der Kürze möglich ist, die Hauptabschnitte der Handlung, die bedeutendsten Beweggründe und auch die wichtigsten Urtheile berührt, welche in dem Stücke enthalten sind; und es kommt nun darauf an, die Einheit zu finden, aus welcher sich alle einzelnen Theile erklären. A. W. Schlegel (1) erklärt sich darüber nicht ausführlich; er bemerkt nur, dafs diese Tragödie sich auf die heiligen Rechte der Todten beziehe, und ein weibliches Ideal von grofser Strenge darstelle. Indessen vereinigt sich hiermit der Antigone zweimal heftig hervortretende Rauhigkeit gegen ihre Schwester gar nicht; diese Härte, die überdies durch das ganze Stück durchgeht, ist gewifs nicht ächt weiblich, wenigstens einem Ideal unangemessen. Sehr fein ist die Bemerkung, der Dichter habe das Geheimnifs gefunden, das liebevolle weibliche Gemüth in einer einzigen Zeile zu offenbaren, wenn sie dem Kreon auf die Vorstellung, Polyneikes sei ein Feind des Vaterlandes gewesen, erwiedert: „Nicht mitzuhassen, mitzulieben bin ich da"; aber so unvergleichlich schön auch dieser Vers ist, erscheint er doch mehr als eine eristische Wendung, da eben in jener Stelle der in den Tragikern so gewöhnliche Wortkampf der Parteien dargestellt ist (519.). Die Klagen der Antigone vor ihrer Wegführung sind menschlich und natürlich: für die Darstellung eines Ideales aber haben sie doch gewifs keine Beweiskraft. Geistreich bemerkt Schlegel über die Schwäche des Chors: indem er sich ohne Widerrede den tyrannischen Befehlen des Kreon füge, und nicht einmal eine Vorstellung zu Gunsten der jungen Heldin versuche, solle sie mit ihrem Entschlufs und ihrer That ganz allein stehen, um recht verherrlicht zu werden; die Unterwürfigkeit des Chores vermehre den Eindruck von der Unwiderstehlichkeit der königlichen Befehle. Aber die Aeufserungen des Chors über die Handlung der Antigone enthalten etwas mehr als Unterwürfigkeit, und dürften schwerlich anders erklärbar sein als aus einer ganz verschiedenen Ansicht des Dichters von der Antigone. Recht schön spricht auch Solger (2) über die Antigone: „In ihr und der Elektra offenbarten sich die höchsten „sittlichen Gesetze in ihrer erhabensten und schreckenvollsten Würde;

(1) Dramat. Litt. Bd. I, S. 185 ff.

(2) Vorrede z. Uebers. S. xxx ff.

„das Werkzeug ihrer Handhabung ist in beiden eine Jungfrau". Denn „in edlen Frauen lebe am kräftigsten und als ein Grundtrieb ihres We- „sens das allgemeine Gefühl der höchsten Sitte im ursprünglichsten und „erhabensten Sinne; statt also dem Dichter vorzuwerfen, dafs er die „Weiblichkeit zu hart und männlich behandelt habe, müsse man ihn „vielmehr bewundern, dafs er sie so glorreich erhoben habe zu ihrer „höchsten und heiligsten Bedeutung". Hierdurch ist aber die Härte gegen Ismenen auf keine Weise genügend erklärt; noch weniger sind damit die Vorwürfe der Vermessenheit und Leidenschaftlichkeit vereinbar, welche unstreitig in dem Stücke liegen. Solger selbst kann einen Tadel in das Lob der Jungfrau zu mischen nicht umhin, wenn er fortfährt: „In dem schönen Gemüthe der Antigone, wiewohl sie mit allen „Bürgern dem gesetzmäfsigen Könige des Landes Gehorsam schuldig ist, „siegt die ewige Macht heiliger Sitte über ein Gebot von blofs mensch- „licher Abkunft. Bei allen Hoffnungen und allem Wunsche jugend- „licher Freuden geht sie freiwillig in den Tod; doch stirbt sie in der „höchsten Glorie, während der König, der sich von äufserer Macht „und endlicher Klugheit zu weit verleiten liefs, seinen Frevel mit der „Ausrottung seines ganzen Hauses büfst. Aber dafs wir auf keine Seite „die ganze Schuld des Verderbens werfen, beide büfsen gemeinschaft- „lich die nie zu vereinende Spaltung zwischen dem Ewigen und Zeit- „lichen". Ich gestehe nicht einzusehen, dafs Antigone mit so grofser Glorie sterbe; umgekehrt hat der Dichter ihren Tod weit weniger verherrlicht als man erwarten sollte. Ueberhaupt kann es sein höchster Zweck nicht gewesen sein, eine Apotheose der Antigone zu geben, oder auch nur die jungfräuliche Gröfse der Antigone, also im Grunde eine beschränkte Charakterzeichnung, darzustellen; sonst mufste er von Vs. 621. und noch mehr von Vs. 974. an, ganz anders dichten. Denn der Sturz des Kreontischen Hauses hat mit der Gröfse der Antigone nichts gemein, wenn er auch die Vergeltung für die an ihr verübte That ist.

13. Jacob (1) giebt als den Grundgedanken des Stückes an: „der „Götter Gesetze müsse man fromm ehren, und schwer würden die be- „straft, die durch ihre eigenen neuen Satzungen deren Heiligkeit ver-

(1) *Qu. Soph.* Bd. I, S. 351.

„letzten". Diese Vorstellung enthält allerdings etwas Bestimmteres, und ob sie gleich zunächst nur auf einen einzigen Spruch aus den Anapästen am Schlufs: *χρὴ δὲ τά γ' ἐς θεοὺς μηδὲν ἀσεπτεῖν*, und dann auf etliche Stellen des Stückes (445 f. 740. 985 ff. 1100 ff.) von ihm gestützt wird, geht sie doch durch die ganze Tragödie durch. Da nun der Vorwurf, das göttliche Recht verletzt zu haben, Antigonen nicht trifft, soll sie blofs als dessen Vertheidigerin erscheinen, und Kreon's Unglück nicht die Strafe für den Frevel an Polyneikes, sondern für die Grausamkeit gegen Antigone sein. Dies ist aber eine willkührliche Voraussetzung; Tiresias, der berufene Anwald des Göttlichen, hebt vielmehr am meisten hervor, dafs die Altäre der Götter durch den unbeerdigten Leichnam verunreinigt würden: ganz besonders tadelt aber auch er den Mangel vernünftigen Rathes (*εὐβελία*) und den Eigenwillen und das Selbstvertrauen (*αὐθαδία*) des Kreon; welches nicht zu übersehen ist (Vs. 1010 ff. 1135 ff.). Da überdies Jacob's Ansicht den andern Grundgedanken, der ebenfalls durch das ganze Stück durchgeht, nehmlich das Unrecht der Antigone, nicht in sich aufnehmen kann, und nach ihr eine viel gröfsere Verherrlichung der Antigone gegeben sein müfste: so ist auch diese Ansicht einseitig und unbefriedigend, und es ist daher nicht zu verwundern, dafs er eine übrigens schon von Aristoteles [1] als Sophokleisch anerkannte, scharfsinnige und antik schöne Stelle hat ausmerzen müssen [2], weil sie der Handlung der Antigone das Verdienst schmälert, und also nicht zu der vorausgesetzten Einheit des Werkes stimmt (Vs. 895 ff.). Aber man stelle nur den Gesichtspunct des Kunstwerkes anders; so wird sich auch jene Stelle in das Ganze fügen.

14. Das Verhängnifs oder Schicksal spielt in der Antigone eine sehr untergeordnete Rolle; und niemand kann in diesem die Einheit des Stückes suchen. Mit der Brüder Wechselmord ist der Labdakiden Verhängnifs und des Vaters Fluch getilgt; nur inwiefern alle menschliche That vom ewigen Willen bedingt ist, hat dieser auch der Antigone und Kreon's Fall erzeugt. Allerdings ist jener Loos dem Unglücksverhängnifs des Hauses angemessen; es erwachen die alten Uebel der Labdakiden

---

(1) Rhet. III, 16.

(2) S. S. 562-568.

(589 ff.), und Antigone kämpft einen väterlichen Kampf (849 ff.); aber dies sind blofs Vergleichungspuncte, auf welche bedeutungsvoll hingewiesen wird; das herbe Leiden der Antigone wird gewissermafsen dadurch gemildert, dafs es ihr nichts Eigenthümliches, sondern in ihrem Hause einheimisch ist. Wenn die Menschen sündigen, hat der Gott ihren Sinn verblendet (619 ff.); wenn sie Unheil trifft, hat es der Gott gethan: der Gott begräbt Antigonen in dem steinernen Hause, wie er die Niobe versteinerte (826.). Wer sieht nicht, dafs dies blofs allgemeine Ansichten sind, die in die Handlung selbst nicht weiter eingreifen? Eben dahin gehört die Aeufserung des Chores (1318.), Kreon solle nicht weiter zu den Göttern flehen; denn dem Verhängnifs könne man nicht entgehen: und so weiset der Chor noch öfter auf die Macht des Schicksals hin (941. 973.). Dagegen ist es wieder hinlänglich ausgesprochen, dafs Antigone und Kreon mit selbstgewähltem Entschlufs ihr Verderben herbeiführen; Haemon und Eurydike werden durch jene und durch eigene Leidenschaft oder Schwäche nachgezogen. Alles geht rein menschlich zu.

15. Unbekümmert um diejenigen, welche tiefer liegende Gedanken und eine durchgreifende Ansicht in einem Kunstwerke der Hellenischen Tragiker nicht suchen wollen, weil Aristoteles darüber keine Auskunft giebt, wollen wir nun durch Zusammenhaltung der Hauptmassen und häufig wiederkehrender Andeutungen die Grundidee finden, in welcher das Ganze als in seiner Einheit aufgeht: nur von diesem Puncte aus kann auch das Einzelne vollständig begriffen werden. Besondere Wichtigkeit haben aber hier die Andeutungen des Chors, der über der Leidenschaft der Handelnden stehend das allgemeine Urtheil für den Betrachtenden zieht, und den geistigen Inhalt der Handlungen ausspricht, als Organ des seines Zweckes sich wohl bewufsten Dichters. Das wahre dramatische Kunstwerk, das Werk eines durch die höchste Besonnenheit ausgezeichneten Dichters, wird Eine Idee in Einer Handlung abspiegeln, wie reich die letztere auch gegliedert sei, und wie viele untergeordnete Gedanken auch in jener wieder enthalten sein mögen: dennoch finden sich scheinbar zwei Handlungen in der Antigone; ja man könnte sogar, wie Jacob bemerkt, die Person der Antigone wegnehmen, und es bliebe eine Tragödie Kreon übrig. Der Antigone Ent-

schlufs und dessen Ausführung bis zum Tode, also Vorsatz, That und Folgen der That (1), bilden für sich eine Handlung, welcher die Kreontische gegenüber steht. Aber mit Recht sagt Schlegel: ,,Es könnte kein ,,Knoten des Stückes ohne Widerstreit Statt finden, und dieser ent-,,steht meistens aus den entgegengesetzten Vorsätzen und Absichten der ,,Personen. Wenn wir also den Begriff einer Handlung auf Entschlufs ,,und That beschränken, so wird sich meistens eine doppelte oder mehr-,,fache Handlung im Trauerspiel zeigen. Welches ist nun die Haupt-,,handlung? Jedem scheint seine eigene die wichtigste; denn Jeder ist sein ,,eigener Mittelpunct. Kreons Entschlufs sein königliches Ansehen an ,,dem Beerdiger des Polyneikes durch Todesstrafe zu behaupten, ist eben ,,so fest als der Entschlufs der Antigone, eben so wichtig, und wie wir ,,am Schlusse sehen, eben so gefährlich, weil er den Sturz vom ganzen ,,Hause des Kreon nach sich zieht." Offenbar ist aber der Kampf beider gegen einander die Eine aus zwei Gegensätzen entspringende Handlung; in dieser liegt das äufsere Leben des Stückes. Aber in demselben stellt sich Ein Gedanke dar, der auf verschiedene Weise sich an den beiden entgegengesetzten Kräften der Handlung bewährt: Ungemessenes und leidenschaftliches Streben, welches sich überhebt, führt zum Untergang; also messe der Mensch seine Befugnifs mit Besonnenheit, dafs er nicht aus heftigem Eigenwillen menschliche oder göttliche Rechte überschreite, und zur Bufse grofse Schläge erleide: die Vernunft ist das Beste der Glückseeligkeit. Wir wollen diesen Gedanken, der seiner Gliederung ungeachtet nur Einer ist, in einer nochmahligen Betrachtung des Werkes bewähren.

16. Kreon's Verbot, den Polyneikes zu beerdigen, ist ungeachtet des Angriffes auf sein Vaterland hart und tyrannisch und als Beleidigung der Untergötter irreligiös; er greift in das Recht der Antigone ein, indem er sie verhindert, das Ihrige zu thun, wie sie gleich im Prolog sagt; er hat sich also gegen die Götter und die Todten vermessen. Antigone erkennt die innere und natürliche Pflicht, ihren Bruder zu bestatten; aber durch Uebertretung des Staatsgesetzes lös't sie den gesell-

---

(1) Vgl. A. W. Schlegel Dramat. Litt. Th. II, Bd. I, S. 88.

schaftlichen Verband auf, und indem sie den eigenen Willen mit Gewalt durchsetzen will, überschreitet sie die Grenzen ihres Geschlechtes und der Unterthanin. Sie mufste den Göttern des Polyneikes Bestattung anheimstellen; Tiresias lehrt später, dafs auch sie diese fordern: und nur durch ihre Zeichen ist sie zuletzt bewirkt worden. Nicht umsonst stellt Sophokles auch sie als vermessen dar. Schon im Prolog zeigt Ismene, sie müfsten als Weiber und Beherrschte der Macht weichen, und könnten nur die Todten um Verzeihung flehen; es sei eine Thorheit Uebermäfsiges (*περισσὰ* Vs. 68.) zu unternehmen, und gegen des Herrschers Befehl zu handeln. Dahin gehört auch Vs. 42. *ποῦ γνώμης ποτ᾽ εἶ*, Vs. 98. *ἄνους μὲν ἔρχει, τοῖς φίλοις δ᾽ ὀρθῶς φίλη.* Zwar könnte man sagen, auf solche Worte sei kein Gewicht zu legen; auch Chrysothemis werfe der Elektra Unverstand vor, rathe ihr ab von Unmöglichem, und ermahne sie als Weib und Beherrschte den Mächtigern zu weichen [1]: allein in der Elektra greifen jene Reden auch weniger in den sittlichen Werth der Handlung ein, weil dort nicht wie in der Antigone ein Kampf entgegengesetzter Rechte dargestellt wird; und Chrysothemis, obgleich in weit günstigerem Verhältnifs zur Mutter, ist doch weit mehr dem Thun der Elektra zugewandt, da sie ihr sogar darin nachgiebt, dafs sie das ihr aufgetragene Todtenopfer unterläfst. Geben wir auch zu, dafs wie Chrysothemis zur Elektra, so Ismene zu Antigonen den Gegensatz bilden soll, damit der Andern Kraft stärker hervortrete; so weiset dennoch Ismene zugleich der Schwester den Standpunct an, welchen sie als Weib mit Besonnenheit wählen sollte. Ismene verkennt deshalb das Edle und Liebevolle der Antigone nicht: Antigone dagegen, offenbar sich überhebend, stöfst die sanfte und liebreiche Schwester rauh von sich, trotzt mit stolzem Sinn auf den Edelmuth ihrer That, mit welcher sie einen grofsen Tod gewinne, und will der Schwester, nach der ersten Weigerung, auch ferner nicht den mindesten Antheil mehr daran geben; sie solle sie und ihre Unklugheit (*δυσβουλία* Vs. 95.) gewähren lassen. Weit entfernt die erhabene Natur der Antigone herabsetzen zu wollen, behaupten wir nur, dafs auch sie

---

(1) Elektra 386 ff. 980 ff.

mit leidenschaftlicher Feindseeligkeit vermessen dem vermessenen Kreon entgegentritt, und so den Keim des Unterganges in sich trägt, den alle sterbliche Unvollkommenheit als Bufse der Ungerechtigkeit zahlt. Unsere Pflicht ist es, des Dichters geheimem Gange nachzuspüren; er wollte Antigonen grofs und edel zeichnen, nicht gemein und schlecht; aber zugleich sollte sie des Mafses unkundig erscheinen, welches ihm das Höchste ist, der auch im Aias den das Mafs überschreitenden und der Besonnenheit (σωφροσύνη) entbehrenden Helden dem Zorne der Athena aussetzt, während diese mit Vorliebe für den Odysseus auftritt: denn die Besonnenen lieben die Götter: τοὺς δὲ σώφρονας θεοὶ φιλοῦσι καὶ στυγοῦσι τοὺς κακούς (Aj. 132.). Ebenso, wer wollte sagen, Kreon sei als ein schlechter Tyrann dargestellt? Wie Antigone einen weiblich frommen, hat Kreon einen männlich strengen, dem Staatsmann angemessenen Beweggrund; selbst die Götter glaubt er nicht zu verletzen (282 ff.), sondern giebt deren Verletzung vielmehr dem Polyneikes schuld (199.); auch er konnte herrlich wirken, wenn ihn nicht Eifer für das Vaterland und seine Würde zur Leidenschaft führte, bis zur Geringachtung des Göttlichen und zur Tyrannei. So bewährt der Dichter an edlen und trefflichen Naturen, wie eigenmächtige Vermessenheit und Mangel an Besonnenheit beide im Wechselkampf vernichtet. Wie die Betrachtungen des Chors in unserem Stücke öfter die nachfolgende Handlung zum Voraus beurtheilen, so bemerkt schon in der Parodos (127.) der Chor in Beziehung auf die Argeier, dafs Zeus der gewaltigen Rede Prahlerei hasse: welches um so weniger für die Haupthandlung bedeutungslos sein kann, da auch am Schlufs die gewaltigen Worte der Hochmüthigen in Bezug auf die Erfolge dieser Handlung genannt werden.

17. Den im Prolog ausgesprochenen Widerstreit beider Kräfte setzt das ganze Stück bis zur äufsersten Hartnäckigkeit fort, indem gleichen Schrittes das Aechte und Wahre der Gesinnung der Handelnden und das Harte und Heftige, Vermessene sich entwickelt. Zunächst zeigt sich letzteres an Kreon, dessen Härte der Chor nicht billigt; aber ihr weichend zeigt er das wahre Mafs. Als hernach der Chor, da die Beerdigung des Polyneikes verkündet worden, dieser eine göttliche Veranlassung unterlegen will, offenbart sich in Kreon's Zorn das Tyrannische

und das kühne Selbstvertrauen gegen fromme Anmahnung. Der nächste Chorgesang, der das Gewaltige der menschlichen Natur schildert, welche in ihrem Streben sich alles unterwirft, und während sie sich das Vernunft- und Staatsleben erschafft, doch wieder in ihrer Leidenschaft göttliches und menschliches Recht niedertritt, wirft auf Kreon's und der Antigone Handlung eine doppelseitige Beleuchtung. Da nun aber Antigone gefangen gebracht wird, fürchtet der Chor alsbald, dafs sie auf thörichtem Beginnen (*ἐν ἀφροσύνῃ*) ergriffen sei (379.); und wenn sie (465.) den Kreon der Thorheit zeiht, weil etwa ihr Thun ihm thöricht erscheine, kann man dies fast wörtlich als des Dichters Ueberzeugung ansehen, weil beide leidenschaftlich handeln. Grofs erscheint sie, da sie ihre That alsbald gestehend dieselbe mit dem göttlichen Recht vertheidigt; herrlich zeigt sie des Königs Vermessenheit, dafs er ein Sterblicher nicht könne das ewige und ungeschriebene Gesetz der Götter übertreffen (450.): dafs ihr das Leben werthlos, ist eine Milderung ihres Schicksals, welche ihr grofses Herz verdient. Aber statt durch sanfte Ergebung oder Unterwerfung zu wirken, fordert sie den König heraus; sie hat das Vergehen nicht allein begangen, sie lacht nach der That noch, und reizt den Herrscher in stolzer Ueberhebung. Auch hier zeigt der Chor, die im Besitze der wahren Besonnenheit ruhigen Greise, des Dichters Urtheil (466.):

> Rauh zeiget sich von rauhem Vater die Natur
> der Maid: zu weichen weifs sie nicht dem Misgeschick.

Kreon zeigt ihr ihre Verletzung des Staatsgesetzes, ihren Uebermuth (476 ff.); aber das härteste Eisen bricht am häufigsten, und die Hartnäckigsten fallen am meisten. Er vermifst sich, nicht solle er mehr ein Mann sein, aber sie, wenn diese Anmafsung ihr ungestraft hingehe. Sie aber rühmt sich von Neuem ihrer edlen That (495 ff.), wirft dem König Tyrannei vor; jeder wiederholt erneut seine Ueberzeugung, und deckt das fremde Unrecht auf, ohne das eigene zu erkennen. Um vieles andere zu übergehen, will ich nur eine treffende Bezeichnung des Eigenwillens beider herausheben, indem Antigone dem Kreon einwirft, alle sähen ihr Recht ein, und schwiegen nur aus Furcht, er aber ihr entgegenhält, ob sie sich nicht scheue, ihren besondern Verstand ohne die übrigen Kadmeier zu haben (*σὺ δ᾽ οὐκ ἐπαιδεῖ, τῶνδε χωρὶς εἰ φρονεῖς*; 506.).

18. Beider Härte und Leidenschaft offenbart sich zunächst auch an Ismenen, die Kreon, obgleich sie unschuldig ist, mit in das Verderben hineinziehen will, Antigone aber noch rauher als vorher von sich stöfst, dafs sie wie an ihrer That, so auch am Tode keinen Antheil habe. Ismenen selbst hat man falsch beurtheilt, wenn man glaubte, sie bereue ihre Schwäche; sie bewährt nur ihr liebevolles Gemüth, und will sich selbst Schuld beimessen, um nicht ohne die Schwester zu leben: auch ihr hat jetzt das Unglück die Besinnung geraubt.

> Selbst da, o König, wo Verstand entsprofs, verbleibt
> er nicht den Unglücksel'gen: Noth zerrüttet ihn.

Indem sie dies von sich ausspricht, enthüllt sie vorausgreifend hierin auch des Kreon Schicksal. Man überschaue das Folgende: immer wird man denselben Grundgedanken festgehalten finden. Sich leidenschaftlich vermessend, aber um die Weiber in ihre Grenzen zurückzuführen (574.), will Kreon die Antigone tödten, ohne auch nur des Sohnes Liebe zu schonen; doch ist seiner Härte die Gerechtigkeitsliebe beigemischt: „wer „den Staat beherrschen will, mufs zuerst sein Haus beherrschen können", zu welchem auch Antigone gehört (vgl. auch Vs. 482.). Antigone stirbt zwar nach dem dunklen Gange des Labdakidenschicksals: aber ist es nicht nach des Chores Urtheil des eignen Rathes Unsinn und der Seel' Erinnys, was sie ins Verderben führt? Der Götter Macht kann kein Sterblicher frevelnd überwinden; der Mensch ergreift statt des Guten das Böse, von leidenschaftlichen Hoffnungen verleitet; denn die göttliche Macht, das Recht wahrend, bestraft ihn. Dieser Gedanke des Chores leidet auf beide Theile Anwendung, indem er rückwärts sich auf Antigone bezieht, und vorwärts Kreon's Fall andeutet; der Hauptinhalt desselben ist aber wieder eben dieser: dafs die Leidenschaft des Menschen Sinn verwirrt und den Untergang herbeiführt: und Kreon selbst wendet dies am Ende (1258 ff.) auf sich an. Um nun hier gleich alles vorwegzunehmen, was zur Beurtheilung der That der Jungfrau gehört, so ist der Dichter weit entfernt, sie unbedingt zu verherrlichen; nur die Gröfse und Festigkeit ihres Vorsatzes und ihre Frömmigkeit wird gerecht hervorgehoben, aber es fehlt nicht an Andeutungen des Tadels. Wenn wir gleich ihre Klagen über den Verlust der Lebensfreuden und des ehelichen Glückes,

über ihren lebendigen Tod im Grabgemach als rein menschlich erkennen, und daran sehen, dafs Antigone nicht durchaus rauh ist; wenn wir auch zugleich gestehen, die Aechtheit ihres Entschlusses bewähre sich eben dadurch, dafs sie den bittern Kelch des Todes auch bitter empfindet: so ist doch auch ihrem Tode die heftige Leidenschaft beigemischt; sie endet in Verzweiflung ihr Leben selbst mit dem Strang. Man entgegne nicht, dies sei nothwendig, damit dem Kreon und Haemon der Rückschritt nicht offen bleibe; denn das sehe ich wohl ein, dafs die Leidenschaftlichkeit nöthig war, damit diese Tragödie entstehen konnte, die ja schon früher eine andere Wendung hätte nehmen müssen, wenn Kreon und Antigone milder wären als sie sind: aber was für die Einrichtung des Stückes nöthig ist, mufs eben auch schon in der Sinnesart der Handelnden liegen, wenn das Stück wohl eingerichtet sein soll; und so bleibt jener Tod immer nur aus leidenschaftlicher Verzweiflung erklärlich, die auch ihre Gesänge athmen. Noch bleibt sie zwar bei der alten Ueberzeugung; aber sie erkennt doch (898.), dafs sie den Staatswillen verletzt habe, und stellt zweifelnd den Göttern anheim, sie zu richten. Gerade da sie auf diesen Punct gekommen ist, legt ihr der Dichter etwas unter, was nur von unserer Ansicht aus erklärbar ist. Sie entschuldigt nehmlich ihre Handlung damit, dafs den sie beerdigt, ihr Bruder sei: wäre es ihr Gatte, ihr Kind, würde sie es nicht gethan haben; denn ein anderer Gatte, ein anderes Kind könnte ihr wieder werden; aber da Vater und Mutter todt sind, kann sie keinen Bruder mehr erhalten. Mit Recht bemerkt Jacob, dafs diese Stelle, auf welche ich im zweiten Theile zurückkommen werde, die Gröfse ihrer Handlung aufhebe; aber der Dichter wollte eben ihrer Handlung keine unbedingte Gröfse zuschreiben, und läfst sie, da sie eben an die Erkenntnifs ihres Unrechts angrenzt, nach Stützpuncten suchen, wie die Sophistik der Verzweiflung sie darbietet: doch erkennt Kreon, vollkommen im richtigen Verhältnifs, seine Thorheit schärfer. Völlig übereinstimmend mit jener Zeichnung der Antigone ist endlich auch das Urtheil des Chores. Thränen zollt er der grofsherzigen That der Jungfrau, dem frommen Frevel, wie sie es nennt: doch sagt er, sein Mitleid führe ihn über das Recht hinaus (795.); er verschweigt nicht ihre Vermessenheit, wenn sie sich Göttergleichen vergleicht (828 ff.),

sondern geht bis zur Härte des Spottes; endlich hebt er ihre Schuld klar hervor (846. 864.):

> Vorschreitend bis zum Aeufsersten
> der Kühnheit, stiefsest du, mein Kind,
> stark an an Dike's hohem Thron.

Und:

> Wohl heilig Todter Heiligung;
> doch dessen Macht, dem Macht gebührt,
> zu übertreten ziemet nicht.
> Dich stürzte eigenwill'ger Trotzsinn.

Und nicht tadellos hebt er ihre Hartnäckigkeit heraus (920.):

> Desselbigen Sturms wildströmende Flut
> folgt auch noch jetzo des Mädchens Gemüth.

Der Chorgesang 955 ff. worin Danaë, Lykurg, die Phineiden, zunächst nur wegen der Aehnlichkeit ihres Schicksales, der Wohnung im Grabe, verglichen werden, giebt dem Verhängnifs nur den allgemeinen Antheil an dem Leiden der Antigone, und vergifst nicht den Mangel der Weisheit anzudeuten, der wenigstens den Lykurg stürzte, welchem Kreon in einer gewissen Beziehung sehr ähnlich ist.

19. Wir haben die Schuld der Antigone mehr als ihre Trefflichkeit hervorgehoben, weil sie minder anerkannt ist; dafs wir aber ihre Grofsherzigkeit nicht läugnen, brauchen wir kaum zu wiederholen. Ehe ihr Schicksal vollendet ist, legt der Dichter den Grund der Kreontischen Leiden, um die Hauptmassen des Drama inniger zu verflechten und zu verwickeln. Der Sohn vorzüglich konnte das Vaterherz durch eine Vorstellung zu Gunsten seiner Verlobten rühren, und zeigen, dafs der Herrscher zu hart und blofs sich selbst vertrauend, nicht auf das göttliche Recht noch der Bürger Gefühl achte. Haemon spricht sehr milde und bescheiden; er unterwirft sich dem Urtheil und Willen des Vaters: das Unangenehme erzählt er als Anderer Rede, damit die seinige unterthäniger sei [1]: er entwickelt jedoch die Schönheit der That, und stellt das Mitleid der Bürger mit der Jungfrau dar. Aber der Vater verschliefst sich dagegen; nur eigener Weisheit folgend ist er dem Thoren gleich:

---

(1) *Arist. Rhet. III,* 17. Vgl. Schol. Vs. 688.

die Stimme des Volkes ist ihm zuwider; er der Herrscher erkennt allein das Rechte und will es durchführen. Umsonst macht ihn der Sohn darauf aufmerksam, dafs es nicht blofs Einen Verstand gebe, dafs Starrsinn ins Verderben stürze und man verstehen müsse zu weichen; wie der Baum, der dem Waldstrom sich entgegenstemmt, entwurzelt wird, der nachgebende stehen bleibt; wie der Steuermann, der im Sturm die Segel nicht einzieht, das Fahrzeug Preis giebt (708 ff.). Auch hier ist Alles auf den Begriff der Vernunft und Besonnenheit berechnet. Der Verstand, sagt Haemon gleich im Anfang (679 ff.), ist aller Dinge höchstes; und nachdem der Streit entzündet ist, gehen die Vorwürfe des Sohnes eben dahin weit mehr als auf die Gottlosigkeit (720-755.). Schon am Schlusse seiner Hauptrede sagt Haemon: ,,Es ziemt von dem zu lernen, ,,der verständig spricht"; und hernach: ,,Bin ich jung, so mufst du ,,mehr die Sache als die Jahre schaun". ,,Erkennst du, dafs du dieses ,,allzujung gesagt"? ,,Unsinnig schält' ich, wärst du nicht mein Vater, ,,dich". Zuletzt (761.) zeiht er ihn des Wahnsinns. Kreon vermifst sich von Neuem, indem er den Sohn im Zorne scheiden läfst und meint, er möge thun, was er wolle, setzt seine Hartnäckigkeit gegen die zögernden Vollstrecker des Urtheils fort, verschliefst sich dem göttlichen Seher und vergeht sich an ihm. Auch Tiresias, obgleich er nach der Natur der Sache das Religiöse hervorhebt, führt ihn auf seine selbstgefällige Halsstarrigkeit (*αὐθαδία*), welche Verderben bringe (1015.); auch ihm ist aller Güter bestes weiser Rath (*εὐβουλία* 1037.); auch er wünscht ihm bessern Verstand (1077.). Dafs von ihm das Begräbnifs des Polyneikes sofort gefordert wird, liegt im Wesen des Gegenstandes; aber immer wird auf die Besonnenheit als den eigentlichen Zweck zurückgegangen. ,,Des weisen Rathes bedarf es", sagt auch der Chor (1085.), und selbst der Bote, welcher Haemon's Schicksal erzählt, schliefst damit, dies zeige, dafs unrichtiger Rath (*ἀβουλία*) dem Manne der Uebel schlimmstes sei (1227.): und der Sinne Verblendung, die unglückseeligen Rathschlüsse bejammert Kreon zuletzt selbst (1247. 1251 ff.). Die Unbesonnenheit des Kreon zeigt sich auch in dem Ueberspringen von einem Entschlufs zum andern. Nach dem Prolog soll derjenige, welcher den Polyneikes bestattet, die Steinigung erleiden; 756. will Kreon die Antigone im Angesicht des Sohnes sterben lassen; endlich soll sie

lebendig begraben werden. 756. will er beide Schwestern tödten lassen; erst der Chor mufs ihn wieder erinnern, Ismene sei unschuldig, und sogleich gesteht der König seine Uebereilung ([1]). Wer sieht nicht aus solchen Zügen, dafs die Verletzung des Göttlichen durch Kreon nur ein Untergeordnetes ist, der umfassende Gedanke aber auf seine Vermessenheit und Unbesonnenheit sich bezieht? Erst nachdem die Hülfe zu spät, führt ihn die Nothwendigkeit zum Bewufstsein; aber weder Antigone noch Haemon ist mehr zu retten. Indem der Chor (1256.) sagt, Kreon erkenne zu spät das Recht, verurtheilt er nur den Kreon; die That der Antigone ist dadurch noch nicht gebilligt, weil sie darum nicht Recht hat, wenn Kreon Unrecht.

20. Uebrigens ist auch Haemon's Tod keinesweges blofs ein Theil der Bufse des Vaters, sondern trägt zur Anschauung des Grundgedankens bei. Auch er ist von Leidenschaft ergriffen, erhebt sich über das Mafs des Mannes (764. *φρονεῖ μεῖζον ἢ κατ᾽ ἄνδρα*), vergeht sich in Reden gegen den Vater, und scheidet rasch im Zorn (762.). Ja er zückt sogar das Schwert gegen den Vater, welcher entflieht, und stirbt in rasender Verzweiflung. Aristoteles ([2]) verwirft es als etwas Untragisches, dafs einer wissentlich eine That begehen wolle, und es nicht thue; es enthalte das Schändliche (*τὸ μιαρόν*) und bringe doch die tragische Wirkung nicht hervor: daher handle Niemand so, aufser selten, wie in der Antigone Haemon gegen Kreon. Mit Recht haben Tyrwhitt und Näke ([3]) diese Stelle hierher bezogen; auch der sehr achtungswerthe Scholiast sieht sich genöthigt, das Ziehen des Schwertes gegen den Vater zu entschuldigen: er habe es nehmlich gezogen, um sich selbst zu tödten; der Bote aber habe gemeint, er ziehe gegen den Vater, und erzähle es daher so. Wahrscheinlich meinte es aber Kreon auch,

---

(1) Die Bemerkung des letzten Herausgebers Vs. 767. „*Non hoc aequitatis aliquo* „*sensu permotus dicit Creon; sed, quo acerbius laedat filium Antigona condemnanda,* „*parcit Ismenae*", ist ein rein willkührlicher Einfall, der den Worten des Kreon eben so sehr als dem Zwecke des Stückes widerspricht. Ueberhaupt sind die Ausleger wenig in Sophokles Geist eingedrungen.

(2) *Poet.* 14.

(3) Vorrede z. Bonner Verzeichnifs d. Vorles. März 1823.

da er entflieht; und so wird es denn auch Sophokles gemeint haben. Eben so geringfügig ist der von Hermann angegebene Grund, Haemon habe dem Vater drohen müssen, damit er nicht am Selbstmord verhindert würde! Der treffliche Näke findet den Tadel des Aristoteles gerecht: *„Si nihil aliud, certe inutile erat, tam atrocem conatum conferre in Haemonem."* Der aufserordentliche Verstand der alten Dichter, vorzüglich aber des Sophokles, ist über solchen Tadel erhaben, der auf die Ausleger zurückprallt. Sophokles wufste wohl, was er dichtete und warum. Aus zwei Gründen zieht Haemon das Schwert gegen den Vater, einmal damit sich zeige, wie verhafst Kreon selbst den nächsten Angehörigen geworden; wie Eurydike ihm flucht: sodann und vorzüglich, damit man erkenne, dafs Haemon selbst in rasender Leidenschaftlichkeit, durch den Mangel der Besonnenheit sterbe. Auch hier herrscht der Seele Erinnys. Uebrigens zweifle ich, dafs Aristoteles den Sophokles hierin tadelte. Was er im Allgemeinen verwirft, kann im Einzelnen wohl angebracht sein; und wenn er sagt, dafs Sophokles hier eine Ausnahme von der Regel mache, ist die Ausnahme noch nicht durch die Regel verworfen. Wodurch ist aber Haemon's That erzeugt? Durch die Liebe. Sie ist unbesiegbar im Kampf; sie herrscht selbst über die Gesetze; sie hat auch dieser Männer Streit erregt, indem sie auch Gerechter Sinn zur Ungerechtigkeit hinüberzieht; der sie hat, raset. Dies ist das Urtheil des Chors (776 ff.). Also auch den Haemon hat die Leidenschaft fortgerissen; auch an ihm erscheint, dafs Mangel der Besonnenheit ins Verderben stürzt. Nur Eurydike stirbt rein schuldlos, ein Opfer der Kreontischen Thorheit. Sie hat freilich auch die Fassung des Gemüthes verloren; aber ihr macht das Zartgefühl unseres Dichters keinen Vorwurf. Man glaube nicht, es könne über dies nicht vollständig geurtheilt werden, weil, wie Hermann lehrt, nach 1286. eine Lücke sei; denn die Annahme dieser Lücke ist ungegründet. Eurydike hat schon früher den einen Sohn durch heldenmüthige Aufopferung verloren; den andern hat der Vater jetzt in den Tod getrieben. Warum sollte sie noch leben? Wer wollte ihr mütterliches Gefühl mit dem Tadel der Unbesonnenheit und Leidenschaftlichkeit belasten? Aber je schuldloser Eurydike stirbt, desto schmerzhafter mufs ihr Tod, in welchem sie noch den Kreon ver-

wünscht, diesem selbst sein. Er allein bleibt übrig, in Verzweiflung die Folgen seiner Vermessenheit und Unbesonnenheit überschauend. Der Chor aber faſst bedeutungsvoll die allgemeine Lehre des Drama zusammen:

> Wohl ist Weisheit der Glückseeligkeit
> um vieles das Erst'; und das göttliche Recht
> darf keiner verschmähn; denn gewaltige Wort'
> in gewaltigem Schlag doch büſsend einmal,
> hochmüthiger Art,
> sie lehren im Alter die Weisheit.

Hochmuth und gewaltige Worte, wie gewaltige Schläge, sind an beiden Theilen sichtbar geworden; beide waren nicht unedel, beiden schenken wir das tragische Mitleid: aber Antigone ist, weil der innere Grund ihrer That fromm, durch das Gottesurtheil an Kreon gerächt, und wie ihre Schuld geringer, da sie nur menschliches Gebot verletzt hat, ist ihre Buſse minder hart, weil ihr der Tod erwünscht erscheint: Kreon, da er gegen das göttliche Recht gefehlt, und Urheber und Vollender des Unheils ist, wird empfindlicher gestraft durch verzweiflungsvolle Erkenntniſs seiner Thorheit. So ist an beider Maſslosigkeit das Maſs der Vergeltung recht klar geworden: für Antigone, als die minder schuldige und über ihr Geschlecht erhabene, bleibt unser Gefühl entschieden; Kreon's Vergehen, als das gröſste, bleibt in neuerem Andenken, und wird eben darum auch in den Schluſsanapästen des Chores noch besonders berücksichtigt: *χρὴ δὲ τά γ' ἐς θεοὺς μηδὲν ἀσεπτεῖν.* Die ganze Tragödie aber erscheint als ein höchst meisterhaftes und mit derselben Besonnenheit, die der Dichter verlangt, entworfenes Kunstwerk: nirgends hat er seinen Zweck aus den Augen verloren, sondern alle Charaktere, Handlungen, Erfolge auf den Einen Gedanken bezogen, aus welchem allein alles Einzelne verständlich ist, und worin wir also überzeugt sein können, die wahre Einheit des Stückes gefunden zu haben. Wir haben nehmlich durchaus nichts in den Dichter hineingetragen, sondern alles nur aus ihm herausgeholt; ja wir haben nicht einmal alles benutzt, was auf den Grundgedanken des Stückes bezüglich ist, um nicht zu weit ins Einzelne zu gehen: sondern ein aufmerksamer Leser wird noch vieles entdecken können, was von unserem Standpuncte aus ins Licht tritt. Denn der Dichter hat jede Parthie, fast möchte ich sagen jedes Wort, so auf

das Ganze berechnet, dafs man die gesammte Tragödie abschreiben müfste, wenn man alles nachweisen wollte. Die vollendete Tragödie der Hellenen wie die vollendete Lyrik des Pindar ist eben so ausgezeichnet durch die Tiefe des Verstandes als der Phantasie.

21. Da die Charaktere der Personen grofsentheils schon durch den Grundgedanken des Stückes und die folgerechte Ausführung desselben bestimmt sind, so bedarf es für sie nur weniger Bemerkungen. In Ismenen ist Zartheit und Sanftmuth hervorstechend, womit auch die Zeichnung im Oedipus auf Kolonos übereinstimmt. Dort erscheint Antigone als die liebreiche Helferin; und auch in dem ihr gleichnahmigen Stücke ist sie nicht schlechthin als rauh und hart geschildert. Wenn ich auch den Vers, „Nicht mitzuhassen, mitzulieben bin ich da", in seiner Stelle mehr für eine Wendung des Streites halte, da Antigone eben so sehr hafst als liebt, so zeigen doch ihre Klagen über den Verlust des ihr verheissen gewesenen Glückes der Ehe und sogar der Kinderpflege (909.) auch ohne Rücksicht auf die Liebe für den Bruder ein jedem Zartgefühl offenes Gemüth. Ihre Liebe zu Haemon dagegen ist ganz entfernt gehalten, wie auch Haemon selbst dieses Verhältnisses nicht ausdrücklich gedenkt. Mit Aeschyleïscher Strenge, will Sophokles hier kein liebendes Weib dichten; die Leidenschaft für ihre That hat der Antigone Geist ganz ergriffen und ihre Liebe verschlungen. Nur eine Erwähnung des Haemon entlockt ihr die Erbitterung gegen Kreon (568.): O liebster Haemon, wie entehrt der Vater dich! denn dafs dies Antigone, nicht Ismene spricht, läfst sich leicht zeigen. Dem Euripides blieb es überlassen, den grofsartigen Gegenstand in eine Liebelei zu verwandeln; denn in dessen Antigone wird der Jungfrau wegen Haemon's Liebe verziehen; sie heirathet ihn glücklich und gebiert den Maemon [1]. Wenn auch diese Nachricht nicht erhalten wäre, so hätte man eine solche Behandlung der Fabel nach Euripides Eigenthümlichkeit schon erwarten müssen, und die Bruchstücke bestätigen es, dafs in Euripideïschen Stück viel von Liebe gesprochen wurde. Eben dieselben beweisen aber, dafs Kreon nicht minder als bei Sophokles gegen

(1) Aristoph. Byz. im Inhalt der Soph. Antig. und daraus in einem spätern Zusatz z. Schol. Rom. Vs. 1326.

Antigone und Haemon hartnäckig ankämpfte; dies zeigen viele der erhaltenen Bruchstücke; und ein ganz kurzes, Ἐπ᾽ ἄκραν ἥκομεν γραμμὴν κακῶν, lehrt dafs auch Euripides die Sache bis auf die Spitze trieb. Kreon mufs also bei Euripides durch eine höhere Macht umgestimmt worden sein; und welche war dazu passender gewählt als Thebens Schutzgott Dionysos, der auch im letzten Chorgesang des Sophokleïschen Stückes angerufen wird, dafs er der Stadt helfe? Hierher beziehe ich nun das Bruchstück beim Scholiasten des Pindar (1):

Ὦ παῖ Διώνης, ὡς ἔφυς μέγας θεός,
Διόνυσε, θνητοῖς τ᾽ οὐδαμῶς ὑπόστατος.

Dafs Dionysos ein unwiderstehlicher Gott sei, ist ein vielfach bewährter Gedanke: wenn er aber dem Kreon erscheinend dessen Halsstarrigkeit brach, war der Gedanke sehr wohl angebracht, mag er nun, wie ich Andern folgend zu rasch angenommen habe, von der Antigone, oder was wahrscheinlicher ist, von Kreon oder dem Chor gesprochen worden sein. Ruhnken und Valckenaer sind offenbar im Irrthum, wenn sie diese Verse auf den Eros beziehen wollen. Der Scholiast des Pindar sagt zu deutlich, dafs Dionysos der Sohn der Semele gemeint sei, und es ist eine viel zu kühne Voraussetzung zu glauben, der Scholiast habe sich durch eine falsche Leseart täuschen lassen; denn dazu gehörte doch ein hoher Grad von Verblüfftheit, wenn der Grammatiker, der das Stück selbst vor sich hatte, nicht hätte sehen sollen, von wem die Rede sei; ja ich behaupte geradezu, dafs es nach dem Zusammenhange der Stelle unmöglich sein mufste, eine so ganz verschiedene falsche Leseart, wodurch Eros in Dionysos verwandelt wurde, selbst nur aus Versehen in den Text zu bringen. Eher könnte Διώνης aus Θυώνης verderbt sein; aber der Scholiast fand das Erstere sicher vor; und dafs die Alten eine Nachricht über den Namen Dione für Semele hatten, sieht man deutlich aus Hesychios, wo Βάκχου Διώνης erklärt wird Βακχευτηρίας Σεμέλης; welches nur unter der Voraussetzung, Semele sei auch Dione genannt worden, erklärbar ist. Doch um wieder auf die Sophokleïschen Charaktere zurückzukommen, so erscheint Kreon als ein thätiger Staatsmann voll Weltklugheit auch in den beiden Oedipen, übereinstimmend

(1) Pyth. III, 177.

mit der Antigone: den Tiresias hat Sophokles würdig gezeichnet, als den wahren Gottespriester; er konnte es um so leichter, da er selbst ein Priesterthum hatte. Haemon's Charakter ist ungemein fein berechnet und wohl gehalten. Die Boten haben nichts Ausgezeichnetes; aber der Wächter ist eine langhindehnende, schnurrige, spitzfindige Person, aus dem gemeinen Volk und demnach von gemeinen Ansichten; eine fast Shakspearische Zeichnung. Der Chor endlich ist mit Absicht aus den edlen Greisen der Stadt zusammengesetzt, einmal, weil das Alter nicht zum Handeln geeignet ist, und gerade ein sehr thatloser Chor hier vorzüglich pafst, damit die handelnden Kräfte völlig unabhängig ihre zerstörende Laufbahn verfolgen; sodann weil das Alter eben im Besitze der vollkommensten Besonnenheit und Weisheit ist, wie auch der Schlufs ausdrücklich sagt. Was Jacob über den Charakter des Chores bemerkt [1], läfst sich grofsentheils unterschreiben; nur scheint er seine Bedeutung für das Wesen und den Gedanken des Stückes nicht angeschlagen zu haben; er sieht ihn zu sehr als blofs willkührlich gesetzt an; wenigstens habe ich in seiner Darstellung nicht angezeigt gefunden, warum denn gerade der Chor so und nicht anders in dem Stücke ist, welches aber auch von seiner Ansicht aus gar nicht erklärt werden kann, so wenig als des Chores Urtheile mit der von Jacob vorausgesetzten Einheit des Drama übereinstimmen. Uebrigens stellt der Chor eine von Kreon berufene Versammlung (*λέσχη γερόντων* 160.) vor: denn wie der Scholiast vortrefflich bemerkt, die Einführung des Chores mufs begründet sein. Seine Zahl war ohne Zweifel funfzehn. Der Schauplatz ist, wie Aristophanes auch sagt, vor Kreon's Pallast; in der Ferne waren vielleicht die Orte angedeutet, wo Polyneikes Leichnam liegen sollte, und wo die Gruft der Antigone bereitet wurde.

22. Die Theile der Tragödie giebt Aristoteles [2] im Allgemeinen an: *πρόλογος, ἐπεισόδιον, ἔξοδος, χορικόν*, welches in *πάροδος* und *στάσιμον* zerfällt. Der Prolog ist ihm *μέρος ὅλον τραγῳδίας τὸ πρὸ χοροῦ παρόδου*, Epeisodion *μέρος ὅλον τραγῳδίας τὸ μεταξὺ ὅλων χορικῶν μελῶν*, Exodos *μέρος ὅλον τραγῳδίας, μεθ' ὃ οὐκ ἔστι χοροῦ μέλος*. Parodos ist *ἡ πρώτη λέξις ὅλου*

---

(1) S. 358 ff.

(2) *Poet.* 12.

*χοροῦ*, Stasimon *μέλος χοροῦ τὸ ἄνευ ἀναπαίστου καὶ τροχαίου.* Dafs bei letzterem der Chor stillsteht, ist wohl gewifs (1). Hierzu kommen noch als besondere Eigenthümlichkeiten *τὰ ἀπὸ σκηνῆς*, die Gesänge der Schauspieler, und die *κομμοί*, das ist *θρῆνοι κοινοὶ χοροῦ καὶ ἀπὸ σκηνῆς*: welche beide aber in die vorhergenannten allgemeinen Theile eingelegt werden. Die Antigone zerfällt hiernach in dreizehn sehr bestimmte Abschnitte, welche weder mit unsern Aufzügen noch mit unsern Auftritten verglichen werden können; es sind nehmlich darin aufser dem Prolog und der Exodos die Parodos, vier Stasima und ein fünfter Chorgesang, und fünf Epeisodien. Nie sind mehr als drei Schauspieler auf der Bühne. Alle Chorgesänge sind an solchen Stellen eingelegt, in welchen die Handlung auf der Bühne stillsteht, um für das Raum zu lassen, was aufserhalb geschehen mufs. Wir beschränken uns auf eine kurze Angabe der Haupttheile. 1) Wenn die Bühne sichtbar wird, stehen Antigone und Ismene schon da; diese bilden den Prolog, allein und ohne Zeugen. Es ist früher Morgen (2), vielleicht noch Dämmerung; wie diese dargestellt wurde, mögen die Alten zugesehen haben: in Euripides Iphigenie in Aulis ist es Anfangs sogar Nacht. Antigone geht ab, die That zu vollenden, Ismene in den Pallast (1-99.). 2) Der eben erst angekommene Chor singt und tanzt die Parodos; die Sonne ist bereits am Himmel; der Chor begrüfst ihren Strahl. Die Parodos schliefst mit Anapästen, in welchen der Koryphaee die Ankunft des Königes verkündet. Diese mit der Ankündigung der auftretenden Personen verbundenen Anapästen, welche nur der Chorführer vorträgt, scheinen immer mit einer marschartigen Bewegung des Chores verbunden zu sein, der bei dem Auftreten einer Person natürlich in Bewegung geräth (100-161.). Sehr regelmäfsig ist übrigens die Parodos hier gleich nach der ersten Ankündigung des Inhaltes gestellt; bisweilen folgt sie spät, wie im Oedipus auf Kolonos (3) und in Euripides Orest (4). 3) Im ersten Epeisodion

---

(1) Schol. *Eur. Phoen.* 210. Ueber die ganze Sache vgl. noch Hermann *E. D. M.* S. 724 ff. S. 733.

(2) S. Vs. 253.

(3) Vs. 668. Vgl. Plutarch *An seni sit resp. ger.* 3.

(4) Vs. 805. Vgl. Hermann *E. D. M.* S. 725.

tritt Kreon, immer von Dienern gefolgt, später der Wächter auf; beide gehen wieder ab, Kreon zuerst (162-331.). 4) Bis der Wächter Antigone gefangen bringe, singt der Chor das erste Stasimon, woran sich bei der Erscheinung der Antigone Anapästen knüpfen (332-379.). 5) Im zweiten Epeisodion erscheint aufser der Antigone und dem Wächter Kreon; schon ist Mittag vorbei (412.). Vs. 442. geht der Wächter ab. Später tritt Ismene auf, die der Chor in anapästischer Bewegung ankündigt. Am Schlufs werden die Jungfrauen abgeführt (380-578.). Der König dagegen bleibt; denn er ist 622. noch da; ohne Zweifel sitzt er auf einem Thronsessel, von den paradirenden Dienern umgeben, während 6) das zweite Stasimon gesungen wird, bis Haemon benachrichtigt von dem Verhandelten komme. Ihn kündigt der Chor in Anapästen an (579-626.). Mit seinem Erscheinen beginnt 7) das dritte Epeisodion zwischen Kreon und Haemon (627-776.); beide gehen ab, Kreon in den Pallast, um zu befehlen, dafs Antigone zum Tode geführt werde. 8) Bis sie erscheint, singt der Chor das dritte Stasimon, und sie erblickend setzt er sich in anapästische Bewegung (777-799.). 9) Antigone wird gebracht um zum Tode geführt zu werden; mit ihr kommt Kreon. Antigone singt ἀπὸ σκηνῆς, mit ihr wechselt der Chor; beide bilden zusammen den ersten Kommos. Ein Theil der Worte des Chores und der Antigone ist in Anapästen gesetzt; anderes ist von Antigone in Trimetern gesprochen; Kreon trägt Trimeter und Anapästen vor. Alles zusammen ist das vierte Epeisodion (800-934.). Uebrigens sind die kleinen Parthien des Chores hier nur von Einzelnen vorgetragen. 10) Um der auswärts fortgehenden Handlung Raum zu geben, folgt das vierte Stasimon (935-944.). Während desselben ist Kreon anwesend, Antigone dagegen wird nur als Abwesende angeredet, oder ist nur noch in der Ferne auf dem Gang zum Grabe sichtbar. 11) Das fünfte Epeisodion beginnt mit dem Erscheinen des Tiresias, und spielt zwischen ihm und Kreon (975-1111.). Tiresias geht 1077. ab, Kreon geht am Ende dieser Abtheilung mit allen Dienern, um den Polyneikes zu beerdigen, und dann Antigone zu befreien: Ersteres scheint darum zuerst zu geschehen, weil der Seher besonders darauf gedrungen, und um der Handlung der Antigone und des Haemon im Grabe Zeit zu lassen. 12) Während die Bühne leer ist, singt der

Chor einen Flehgesang an Dionysos (1102-1159.). Dieser kann kein Stasimon sein; sowohl der Inhalt als die Rhythmen erfordern Bewegung: offenbar tanzt und schreitet der Chor beim Dionysischen Altar. Eben so ist in den Trachinerinnen nach der Parodos ein Tanzlied der Jungfrauen eingelegt (205.), wie dort der Scholiast bemerkt. Im zweiten Theile werde ich sowohl die Rhythmen jenes Dionysischen Gesanges, welche noch sehr verworren sind, richtiger abtheilen, als auch die Gründe des gegebenen Urtheils entwickeln. 13) Die Exodos (1140 ff.) bilden zuerst ein Bote, dann Eurydike; letztere geht bald wieder ab. Der Bote bleibt; 1242. kündigt der Chor den König an, der mit dem Leichnam des Haemon kommt. Kreon singt ἀπὸ σκηνῆς und vom Chor unterbrochen; so sind hier die ersten Parthien des zweiten Kommos eingelegt. Der Bote wird unterdessen zurückgetreten sein; es kommt dann ein zweiter (ἐξάγγελος) aus dem Hause; dann wird die Leiche der Eurydike gebracht. Es beginnt die Fortsetzung des Kommos; zwischen Kreon's Gesang sind Trimeter des Chores und des Boten gelegt. Mit den Schlufsanapästen scheint sich der Chor zum Abmarsch in Bewegung zu setzen.

# Erklärung der griechischen Beischrift auf einem ägyptischen Papyrus

aus der Minutoli'schen Sammlung.

Von

Hrn. BUTTMANN.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 24. Januar 1824.]

Zu dem kostbaren Schatz ägyptischer Alterthümer, welche Herr von Minutoli zu uns herüber gebracht, und unser König zur Bereicherung unserer herrlichen Kunst- und wissenschaftlichen Sammlungen angekauft hat; befindet sich auch eine sehr beträchtliche Anzahl von Papyrus-Rollen, welche einstweilen auf der Berliner Königlichen Bibliothek niedergelegt worden. Dort ist man schon seit einiger Zeit beschäftigt diese Papyre mit gehöriger Sorgfalt zu entrollen: aber eben diese Sorgfalt macht dafs das Geschäft nur langsam vorrücken kann: indem jeder entwickelte Papyr zugleich für das Aug und den Gebrauch des Gelehrten eingerichtet, und gegen künftige oder allmähliche Zerstörung gesichert werden mufs. Nachdem bereits mehre auf diese Art behandelt worden, deren einige theils hieroglyphisch-mythische Vorstellungen, theils Hieroglyphenschrift, andere aber eigentliche Schrift, nehmlich alt-ägyptische Sprachschrift enthielten; so fand sich auch eine welche aufser der gewöhnlichen ägyptischen, noch eine griechische Schrift darbot. Natürlich zog diese vorzugsweise die Aufmerksamkeit der Alterthumsforscher auf sich, theils weil sich hoffen liefs, dafs diese Verbindung, welche ja schwerlich ohne irgend eine wirkliche Beziehung sein kann, irgend eine Beförderung des anziehenden Gegenstandes, womit die Gelehrten dreier Nationen jetzt beschäftigt sind, der Enthüllung alt-ägyptischer Sprache und Schrift, gewähren würde; theils aber auch und

füritzt noch hauptsächlich, weil diese in einer bekannten Sprache, unmittelbar von einer Geschäftshand in den Zeiten vor Christi Geburt, in einem so interessanten Lande geschriebenen Worte für sich allein schon auf mehr als eine Art zu Bereicherung unserer Kenntnisse dienen müssen; so wie dies durch die vor zwei Jahren von unserer Akademie besorgte Herausgabe des ganz griechischen, den Kaufbrief des Nechutes enthaltenden Papyrs, mit Böckh's beigefügter Erklärung, schon vielfältig bewährt und dadurch jeder ähnlichen Arbeit auf eine sehr bedeutende Art die Bahn gebrochen worden ist.

Ehe daher der füritzt noch verschleierte Theil des erwähnten ägyptisch-griechischen Papyrs mit der erfoderlichen Genauigkeit der Welt vor Augen gelegt werden kann, wird es zweckmäfsig sein den verständlichen schon jetzt den Gelehrten in die Hand zu geben, da die mögliche Aufklärung der darin enthaltenen Sachen auf jeden Fall eine sehr dienliche Vorbereitung auch jenes gröfsern Unternehmens verspricht.

Es ist zu bedauern dafs über den Fundort der einzeln Rollen dieser Sammlung so gar nichts sich angeben läfst. Wie bekannt sind die ersten Finder gewöhnlich jene Katakomben durchwühlenden Araber, welche, so wie sich, so auch dem in den Wurf ihnen kommenden Europäer vollkommene Genüge zu leisten glauben, wenn sie ihm, ohne alle weitere Nachricht, das Kleinod verkaufen. Herr von Minutoli vollends, der die meisten dieser Rollen als eine von andern nach und nach schon gemachte Sammlung erwarb, konnte von dieser Seite auch nicht den mindesten Aufschlufs erlangen. Wir müssen uns also mit der allgemeinen Notiz behelfen, dafs diese Rollen gewöhnlich in den Mumien-Särgen und in den Umhüllungen des Leichnams selbst, vielleicht auch bisweilen in andern zu dem Sarge in die Grabhölung gestellten Gegenständen sich befinden. Auch sind sie zuweilen in dem Innern gewisser Idole verborgen: wie hiezu in der Minutoli'schen Sammlung noch jetzt ein Beipiel vorhanden ist. Aber auch diese Idole pflegen bei den Mumien gefunden zu werden.

Wir fangen also sofort mit der äufsern Beschreibung unserer Rolle an. Sie war unentwickelt etwa zwei Zoll dick und etwas über einen Fufs lang, was also jetzt die Breite oder Höhe des ausgespannten fünf

Fuſs langen Papyrs ist. Der obere Theil enthält die ägyptische Schrift in fünf Zeilen, wovon die vier ersten die ganze Länge des Papyrs ohne abzubrechen einnehmen, so daſs jede dieser vier Zeilen beinah fünf Fuſs lang ist. Die fünfte und letzte bricht etwas nach dem ersten Drittheil der Länge ab. Alle gehn, wie bekannt, von der Rechten zur Linken.

Eine Handbreit unter der ägyptischen Schrift ist die griechische, bestehend aus vier Zeilen. Diese erfüllen aber nicht die ganze Länge des Papyrs, sondern kaum die Hälfte, und liegen in der Mitte. Die vierte ist von verschiedener Hand und liegt etwas tiefer. Aus allem diesen lieſs sich soviel schon mit ziemlicher Gewiſsheit schlieſsen, daſs das griechische keine Uebersetzung des ägyptischen sein kann.

Unser gegenwärtiger Zweck erlaubte uns auf die Bequemlichkeit des Lesers Rücksicht zu nehmen. Wir haben daher auf dem beifolgenden Abdruck jede Zeile in mehre Theile abgebrochen, die man in Gedanken dicht zusammen schieben muſs.

Die Schrift ist, wie man sieht, zwar durch die Gestalt der einzeln Buchstaben und durch ihre Verbindungen und Windungen unserm Auge sehr fremd; aber die Züge sind so rein und klar, daſs von dieser Seite diese Schrift weit deutlicher ist, als der von Böckh erklärte Kaufbrief des Nechutes. Da ich der erste war, der die gegenwärtige Schrift vor Augen bekam, so war ich es auch dem es zuerst gelang den gröſsten Theil der Worte und einzeln Zusammenhänge zu lesen. Hierauf hat auch Böckh sie vorgenommen; und sobald wir zusammengetreten waren, auch Bekker noch eine Revision gemacht hatte, so war die ganze Schrift von grammatischer Seite, wenn auch nicht ganz eigentlich begriffen, doch mit Sicherheit gelesen. Nur einige ungewisse Stellen blieben übrig. Aber auch diese wurden aufgeklärt von einer Seite woher wir es nicht erwarten konnten.

Spohn in Leipzig, von dessen Forschungen über die alt-ägyptische Sprache wir die Resultate begierig erwarten [1], hatte von dem liberalen Sinn der mit denselben Untersuchungen beschäftigten Pariser Gelehrten, zu seinem Gebrauch dabei das Facsimile eines dort befindlichen

---

(1) Gegenwärtige Abhandlung ist nicht lange vor dessen beklagenswerthem frühen Tode geschrieben.

Papyrs erhalten, von welchem bereits bekannt war dafs er ebenfalls, aufser der ägyptischen, griechische Schrift enthalte. Ohne an diesen Umstand zu denken, hatte ich eine Abschrift unserer griechischen Zeilen in gewöhnlichen Charakteren, Spohn zugeschickt, weil der Inhalt ihm von Nutzen sein konnte. Und so entdeckte er sofort, dafs das Griechische auf der Pariser Rolle, das aber weit undeutlicher und in unreineren Zügen geschrieben ist als das unsrige, genau dasselbige enthält, was unsere drei ersten Zeilen; nur dafs an einer Stelle die ich unten bemerklich machen werde, in der Pariser Schrift etwas mehr enthalten ist; wogegen der Inhalt unserer vierten Zeile dort fehlt. Und zwar geht diese Uebereinstimmung nicht blofs auf das Geschäft und die Worte worin es vorgetragen ist; sondern die Namen der handelnden Personen, und Jahr und Monatstag sind dieselben. Was hieraus über die Natur dieser griechischen Beischrift hervorgehen mag, ist oberflächlich leicht zu entnehmen. Befriedigendes ist nur von der Zukunft zu erwarten und Vermuthungen liegen aufser unserm dermaligen Zweck. Genug, Spohn theilte mir eine Kopie des Pariser Facsimile mit, durch dessen Hülfe die wenigen noch ungewissen Stellen aufgehellt wurden.

Mit dem Vorbehalten also der Möglichkeit, dafs ein oder der andere unbedeutende Irrthum noch verborgen sein könnte, kann ich gleich damit anfangen, die ganze Schrift, so wie sie auf dem Berliner Papyrus steht, in gewöhnlichen Charakteren hieherzusetzen, jedoch zuvörderst ohne Accente, Spiritus und Interpunction, damit auch dem der sich mit den ungewohnten Schriftzügen nicht befassen will, in allem was Auslegung und Zusammenhang betrifft nicht von uns vorgegriffen sei.

(1. Zeile.) *Ετους λϛ χοιαχ $\overline{\vartheta}$ τετακται επι την εν διοσπολει τηι μεγαληι τραπεζαν εφ ης λυσιμαχος εικοστης εγκυκλιου κατα διαγραφην ασκληπιαδου και ζμινιος τελωνων υφ ην υπογραφει πτολεμαιος ο αντιγραφευς* (2. Zeile.) *ωρος ωρου χολχυτης ωνης των λογευομενων δι αυτων χαριν των κειμενων νεκρων εν οις εχουσιν εν τοις μεμνονειοις της λιβυης του περι Θηβας ταφοις ανθ ης ποιουνται λειτουργιας* (3. Zeile.) *α εωνηστατο παρ οννωφριος του ωρου χαλκου . . τελος . . ενακοσιας . . λυσιμαχος . .*

(4. Zeile.) *Απολλωνιος ο προς τωι γραφιωι του περι Θηβας μετειληφα εις αναγραφην* ∟*λϛ τυβι* $\overline{\varepsilon}$

So gewifs nun aber die Lesung dieser Worte ist, so stellt sich doch ein deutlicher Sinn nicht so leicht dar, indem wir wegen allzugroſser Unbekanntschaft mit den Gegenständen auch mit den Ausdrücken nicht überall deutliche Vorstellungen verbinden können. Diesen das sachliche Verhältnis aufklärenden Haupttheil der Untersuchung, der ohnedas erst durch Kombinirung vieler solcher Monumente gehörig von statten gehn kann, völlig zu führen ist auch meine Absicht nicht; sondern ich werde das Dokument zunächst auf grammatischem Wege so klar zu machen suchen als möglich, auch hierin Böckh's gröſsere Vertrautheit mit den sachlichen Gegenständen dieser Art zu Hülfe nehmend. Und so will ich nun die ganze Schrift betont, und nach meiner Einsicht unterschieden, hieher setzen.

*Ἔτους λϛʹ Χοιὰκ θʹ τέτακται ἐπὶ τὴν ἐν Διοσπόλει τῇ μεγάλῃ τράπεζαν, ἐφ᾽ ἧς Λυσίμαχος, εἰκοστῆς ἐγκυκλίου, κατὰ διαγραφὴν Ἀσκληπιάδου καὶ Ζμίνιος τελωνῶν, ὑφ᾽ ἣν ὑπογράφει Πτολεμαῖος ὁ ἀντιγραφεύς, || Ὧρος Ὥρου Χολχύτης ὠνῆς τῶν λογευομένων δι᾽ αὐτῶν, χάριν τῶν κειμένων νεκρῶν ἐν οἷς ἔχουσιν ἐν τοῖς Μεμνονείοις τῆς Λιβύης τοῦ περὶ Θήβας τάφοις ἀνθ᾽ ἧς ποιοῦνται λειτουργίας, || ἃ ἐωνήσατο παρ᾽ Ὀννώφριος τοῦ Ὥρου, χαλκοῦ . . τέλος . . ἐνακοσίας . .*

*Λυσίμαχος . .*

*Ἀπολλώνιος ὁ πρὸς τῷ γραφίῳ τοῦ περὶ Θήβας μετείληφα εἰς ἀναγραφὴν Lλϛʹ Τυβὶ ε.*

Um sich aus diesem Gewirr von Zwischen- und Nebensätzen zu helfen, muſs man bedenken, daſs man Kanzlei-Stil vor sich hat, und daſs in diesem von jeher ein Streben ist, alles was zusammen Eine Handlung ausmacht, auch in Einem Satz darzustellen, folglich alle Nebenbestimmungen, von denen keine darf ausgelassen werden, wie sehr dies auch die Deutlichkeit erschwere, überall einzuschalten; indem der Geschäftskundige ja doch die Hauptpunkte der Handlung gleich heraus findet. Als Beispiel dieses Geschäft-Stils aus dem Alterthum dient schon der Kaufbrief des Nechutes: denn über den dort von dem Erklärer zur Erleichterung angebrachten Absatz muſs man dem Zusammenhang folgend weglesen bis in die zehnte Zeile: wo dann noch die übrigen Bestimmungen angehängt werden. Die gegenwärtige Schrift gibt ein zwar kürzeres aber noch anschaulicheres Beispiel; worin sich auch

als Grundlage eines solchen grofsen Satzes deutlich zeigt, dafs zu Anfang die Handlung, dann nach den dazu gehörigen Nebenbestimmungen die Person die es angeht, und nach allen übrigen Nebenbestimmungen zuletzt das eigentliche Objekt der Handlung steht. Ich verbinde also: „An dem und dem Tage *τέτακται* — Ὧρος — *τέλος* . . .". Und gewifs gehörte es zu der schicklichen äufsern Form einer solchen Akte dafs der Name der Person in der Mitte zu Anfang eines Absatzes stehe, wie hier zu Anfang der zweiten Zeile, wohin also der Blick des die Akte brauchenden sogleich sich wendete (1).

Nur mit Annahme dieses Zusammenhanges scheint mir auch das Wort *τέτακται* erklärt werden zu können: es steht nehmlich nach der Analogie von *τάττομαι φέρειν φόρον*, mir wird Steuer auferlegt. Der Infin. ist nicht ausgedrückt, weil, so wie man sagt, *τάττω τινὶ φόρον*, die Sprache auch mit sich bringt *τάττομαι φόρον*. Das *ἐπὶ* mit dem Akk. aber kann nicht anders gefafst werden als durch Bezahlung wohin. Die Zeitbestimmung endlich bei einem Perfekt kann nicht von dem Tage der Handlung dieses Verbi gelten: denn zu diesem Sinn müfste es heifsen *ἐτάχθη*. Es ist also Termin. Und so fasse ich den Zusammenhang auf diese Art: „Auf den 9. Choiak ist Oros angewiesen zu zahlen an Zoll „so und so viel".

Dies wie gesagt mufste ich vorausschicken. Und nun will ich das Ganze wörtlich und in der Folge der Sätze des Originals übersetzen; wobei ich jedoch das was den Zusammenhang des Ganzen zu sehr unterbricht, blofs für das Auge in Klammern einschliefsen werde.

> Auf den 9. Choiak des 36. Jahres ist angewiesen zu entrichten (an das in Diospolis der Grofsen befindliche unter Lysimachos stehende Zollamt des gewöhnlichen Zwanzigsten), nach schriftlicher Angabe der Zöllner Asklepiades und Zminis, welche Ptolemäos der Gegenschreiber unterschreibt,

---

(1) In dem Kaufbrief des Nechutes ist ein solcher Abschnitt nach der fünften Zeile: nur ist dort die Verschiedenheit dafs die fünf ersten Zeilen das Datum und die Kurialien enthalten; und dann zu Anfang des Absatzes sogleich die Handlung und die erste Hauptperson zusammen stehn in den Worten Ἀπέδοτο Παμώνθης. Besser werden wir diese Anordnung unten bei nochmaliger Untersuchung der Nebenschrift auf der Nechutes-Urkunde beobachten.

||Oros der Sohn des Oros der Cholchyte von dem Kaufpreis des von ihnen Verrechneten (von wegen der Todten, die in den Gräbern liegen, welche sie besitzen in den Memnonien des zu dem Nomos von Theben gehörigen Libyens als Sold für ihren Dienst),|| was er gekauft hat von Onnophris dem Sohne des Oros, für Erz..., Zoll... neunhundert...

Lysimachos...

Ich Apollonios der Schreiber des Nomos von Theben habe dies übernommen zur Aufzeichnung im Jahre 36. den 5. Tybi.

Wir wollen nun das Einzele so weit es uns möglich ist erörtern.

Ἔτους λϛʹ Χοιὰχ θʹ. Das zweite Zahlzeichen in der Jahrzahl auf dem Papyr ist das Episemon, wofür wir itzt ϛ brauchen, das aber auf Stein- und andern Schriften sehr gewöhnlich so erscheint wie wir es hier sehn, nehmlich einem runden Sigma ähnlich nur mit verlängertem obern Schenkel. Daſs hier eine Jahrzahl genannt ist ohne den König zu nennen nach dessen Regierung sie zählt, das kommt auch in Inschriften aus Aegypten öfters vor [1]. In einer kurzen Beischrift wie die unsrige ist dies noch weniger befremdlich. Dasselbe sehn wir auch in der Nebenschrift zur Nechutes-Urkunde: wo freilich die Hauptschrift die Bestimmung desto ausführlicher enthält. Auch hier läſst sich die ausdrückliche Angabe von der darüber befindlichen ägyptischen Schrift erwarten. Ob nun gleich Spohn mir sagt, daſs auf dem Pariser Papyr diese, zu seiner Verwunderung, in gar keiner sichtbaren Beziehung zu der griechischen Schrift stehe; so können wir doch wohl annehmen

---

(1) Man sehe z. B. in der Inschrift von *Philae* bei *Letronne* (*Recherches p. s. à l'H. d'Egypte*) *p.* 462. ∟ΙΕ ΠΑΧΩΝ ΙΓ (das Zeichen ∟ bedeutet bekanntlich das Jahr); und in der Inschrift von Kyrene bei *Della-Cella*, Reise von Tripoli nach Aegypten p. 143. des ital. Originals (vgl. *Explic. ad Pind. Pyth.* 4. *extr.*): endlich eine mir von Herrn Jomard eben jetzt mitgetheilte für die *Descr. de l'Egypte* (*Ant. T. V. tab.* 55, 18.).

ΗΤΕΝΣΗΝΕΙΘΕΩΙΜΕΓΙΣΤΩΙ
ΠΤΟΛΕΜΑΙΟΣΟΓΡΑΜΜΑΤΕΥΣΤΩΝ
ΕΝΤΩΙΗΕΡΙΕΛΕΦΑΝΤΙΝΗΝ
ΔΥΝΑΜΕΩΝ ∟ΛΕ ΕΠΕΙΦ

das letzte für Ἐπιφί. Böckh.

dafs der König Ptolemäus Euergetes II. oder Physkon, welchen nach desselben Versicherung die obere Schrift nennet, auch dieses griechische Datum bestimme. Verhält dies sich so, so darf uns das nicht irren dafs in der Reihefolge der Könige Euergetes II. nur neunundzwanzig Jahre einnimt: denn Porphyrius (bei Euseb. Ed. Scalig. p. 60.) belehrt uns, dafs da derselbe schon als Knabe während der Gefangenschaft seines Bruders Philometor zum König war ausgerufen worden, und seitdem abwechselnd, bald mit jenem zugleich über Aegypten, bald allein in Libyen geherrscht hatte; er bei seinem eigentlichen und vollständigen Regierungsantritt diese ersten fünfundzwanzig Jahre mitzuzählen befohlen. Also fällt das Datum unserer Schrift in Ol. 161, 2. oder das hundert und vierunddreifsigste Jahr vor Chr. Geb. auf dessen 2. Januar oder 9. Choiak.

Der Monat welcher sonst Χοιάκ heifst ist bei uns und auf der Pariser Rolle deutlich geschrieben Χοιαχ [1].

Τέτακται ἐπὶ τὴν ἐν Διοσπόλει τῇ μεγάλῃ τράπεζαν, ἐφ᾽ ἧς Λυσίμαχος, εἰκοστῆς ἐγκυκλίου. Sämtliche Worte sind deutlich zu erkennen: nur die Endung ου des letzten ist ein flüchtiger Schriftzug, den jedoch weitere Vergleichung (s. unten Ἀσκληπιάδου), der Sinn, und endlich die Pariser Schrift, wo diese Buchstaben deutlich ausgeschrieben sind, aufser Zweifel setzen. Die Worte τέτακται ἐπὶ τὴν haben wir bereits erklärt. Τράπεζα ist jeder Tisch oder Stube wo Geldzahlungen geschehen. Es ist wol keine andere Verbindung möglich als die von uns angenommene, dafs die Genitive εἰκοστῆς ἐγκυκλίου zu τράπεζα gehören. So ist also Lysimachos der Oberbeamte in dem Zollamte wo diese Steuer eingenommen wird. Der Zwanzigste ist eine aus griechischen und römischen Steuer-Systemen hinreichend bekannte Abgabe vom Werth der Kauf-Gegenstände. Den Zusatz ἐγκύκλιος habe ich durch gewöhnlich gegeben, vollkommen befriedigt durch Böckh's hier folgende Darstellung.

---

(1) Eben so steht auch in der Aegyptischen Inschrift bei Hamilton *Aegypt. p.* 174. übereinstimmend mit *Pococke Descr. Or. I. p.* 104. Freilich in der *Descr. de l'Egypte, Antiqq. T. II. p.* 112. ist Χοιακ gegeben, aber ohne Zweifel nur aus Emendation.

Böckh.

„Ἐγκύκλια sind nach Hesychius τὰ ἐγκυκλούμενα τῷ βίῳ καὶ συνήθη.
„Nehmlich ἐγκύκλιος ist alles was in dem gewöhnlichen Kreise gewisser Gegenstände enthalten ist. Daher ἐγκύκλιος παιδεία, ἐγκύκλια μαθήματα der gewöhnliche Kreis der Bildung: so bei Strabo I. S. 25. B. ἐγκύκλιος καὶ συνήθης ἀγωγὴ τοῖς ἐλευθέροις καὶ τοῖς φιλοσοφοῦσιν. So sind λειτουργίαι ἐγκύκλιοι nicht, wie Schneider im Wörterbuch es darstellt, „die bei den Bürgern im Kreise herumgehenden, sondern die im Kreise „der gewöhnlichen jährlichen Leistungen begriffenen, kurz, die gewöhnlichen; s. *Wolf. Proll. ad Lept. p.* 87.; meine Staatsh. I. S. 483. „Aristoteles nennt die gewöhnlichen täglichen Dienste ἐγκύκλια διακονήματα, „διακονίας ἐγκυκλίους (Polit. I, 4. II, 3.), τὰ ἐγκύκλια die ordinären Geschäfte „des täglichen Lebens (ib. II, 7.): und darauf kommen auch die von „Schneider im Wörterbuche aus Isokrates und Demosthenes angeführten Stellen hinaus. Eben so heifsen die Einkünfte von dem gewöhnlichen Verkehr ἀπὸ τῶν ἐγκυκλίων oder ἐγκυκλημάτων, wie ich die „Stellen des falschen Aristoteles in meiner Staatsh. I. S. 323. erkläre. „Hienach, denke ich, ist εἰκοστὴ ἐγκύκλιος der ordinäre Zwanzigste; also „eine ordinäre indirekte Steuer, wie in Rom die *centesima rerum venalium;* im Gegensatz gegen einen aufserordentlichen besonders „aufgelegten Zwanzigsten, der z. B. eine Vermögensteuer sein konnte, „wie die εἰκοστὴ wol vorkommt z. B. in Athen als εἰσφορά: s. Staatsh. II. „S. 57., oder als Zoll, ebend. I. p. 348. 432."

Die Stadt Theben, wo dies Zollamt ist, steht hier zuvörderst mit ihrem sollennen oder diplomatischen Namen Διόσπολις ἡ μεγάλη, den sie im Gegensatz von Klein-Diospolis führt, das weiter unten lag.

Κατὰ διαγραφὴν Ἀσκληπιάδου καὶ Ζμίνιος τελωνῶν. Διαγραφή ist die Handlung eines Verzeichnenden, Berechnenden, und was er bei der Behörde einreicht ist ein διάγραμμα. Vgl. Böckh's Staatsh. II. S. 70. Dafs es hier auf die Handlung des τέτακται κ. τ. λ. sich bezieht, und des Oros Zahlung darauf gegründet war, ist wol offenbar.

Die beiden Namen sind undeutlich, besonders der erste. Die Silben Ἀσκλη- sind gewifs. Dann folgen zwei flüchtige Züge, wie es bei einem langen Namen begreiflich ist. Nehmen wir die Endung ου durch Vergleichung mit dem obigen ἐγκυκλίου als gewifs an, so steht dicht vor derselben ein Ring, der weiter nichts ist als das in der schnellen Schrift

rund gewordene Δ (vgl. vorher *διαγραφήν*); der vor diesem stehende Winkel aber ist das *α* wie es öfters in der Verbindung erscheint. Man sehe das dritte *α* in *ἀναγραφὴν* in der vierten Zeile. Sind wir soweit, so wird man leicht die schnell geschriebene Sylbe *πι* erkennen, besonders wenn man das *π* in dem folgenden *ὑπογράφει* und unten Z. 4. in Ἀπολλώνιος vergleicht. Den andern Namen würde man Ζμινης lesen, und dies könnte als indeklinabler ägyptischer Name nicht befremden. S. Böckh zu der Nechutes-Urkunde S. 19. Aber auf der Pariser Schrift steht deutlich Ζμίνιος, so wie unten *παρ' Ὀννώφριος*. Nehmlich das *ο* ist, wie man in dieser Schrift besonders häufig sieht, meist nur ein sehr kleiner Ring, der sich öfters an den vorhergehenden Buchstaben anhängt, und alsdann im Schnellschreiben bald in einen Punkt zusammen fliefst, bald auch wie ein flaches *υ* zum folgenden Buchstaben übergeht, wie wir eben in der Endung *ου*, und hier in *ος* sehn [1].

*Ὑφ' ἣν ὑπογράφει* Πτολεμαῖος *ὁ ἀντιγραφεύς*. Die Silbe *ἣν* mit einem hinaufsteigenden Final-N hat sich schon in *διαγραφήν* kund gethan: aus *ὑφ' ἣν* ergibt sich also *ὑπογράφει* von selbst, obwohl das *ὑπ* nachlässig gezogen und das übrige durch Fehler im Papyr undeutlich ist. In dem Namen Πτολεμαῖος ist das *π* gezerrt und das *ο* auf die ebenerwähnte Art fast verschwunden; aber das übrige ist deutlich genug. Die Unterschrift des Gegenschreibers diente zur Kontrolle: s. Böckh Staatsh. I. S. 198 ff. Das Präsens *ὑπογράφει* steht, weil er es nicht blofs hier gethan, sondern auch in allen ähnlichen Sachen thut.

*Ὧρος Ὥρου* Χολχύτης *ὠνῆς τῶν λογευομένων δι' αὐτῶν*. Man lese nicht Χολχυότης: das Ringlein zwischen *υ* und *τ* dient blofs die zwei Buchstaben in zwei Züge deutlich zu trennen. Uebrigens ist die Benennung ohne Zweifel von einem Wohnort oder Demos Χολχύς gebildet.

Der Genit. *ὠνῆς* kann wieder nur in Verbindung mit der ganzen Handlung gedacht werden: *τέτακται* so und so viel *ὠνῆς* „ihm ist aufer-

---

(1) Für den Namen Ζμίνις gibt vielleicht eine Analogie der Name Πελλιας Ζμενιχνουβιος in der Frankfurter Inschrift von der Katarrhakten-Insel, Fundgr. des Or. V, 4. p. 433. *Letronne Recherches p. s. à l'hist. d'Egypte p.* 480. Zwar liest Gau Σμεν—: aber in einer von Herrn Uhden mir mitgetheilten Collation zu dem Abdruck in den Fundgruben, ist nichts von einem Σ statt Z bemerkt. Dieses Ζμενίχνουβις ist nun offenbar eine Compos. mit Χνοῦβις, so wie dort auch ein Ψένχνουβις vorkommt, und wieder ein Ψενπόνρις.

Böckh.

legt zu zahlen . . . von dem Kaufpreis". Dies letzte Wort erfodert aber selbst wieder einen Gegenstand im Genitiv wovon es der Preis ist: also ist τῶν λογευομένων ein Neutrum. Das Verbum ist neu, steht aber eben so deutlich auf dem Pariser Papyrus. Glücklicherweise läfst weder die Ableitung noch der Zusammenhang uns ungewifs über die Bedeutung. Λογεύειν mufs heifsen „in einem λόγος, Rechnung, Berechnung, aufführen"(1). Die Worte δι᾽ αὐτῶν gehören nicht dazu und können nur auf die beiden Zöllner sich beziehen. Also: „von dem Kaufpreise der von ihnen verzeichneten und in Rechnung gebrachten Gegenstände"; und dies bezieht sich natürlicherweise eben auf jene von ihnen gemachte διαγραφή.

Χάριν τῶν κειμένων νεκρῶν κ. τ. λ. Dies ist der schwierigste Theil des ganzen Zusammenhangs, der völlig befriedigendes Licht nur durch Vergleichung weiter zu entdeckender Urkunden erhalten kann. Das Wort χάριν selbst ist hier dunkel: ich habe es einstweilen eben so übersetzt, von wegen; und so mag uns fürerst genügen zu sehn, dafs der gemachte Kauf und dessen Verrechnung in Zusammenhang stehn mit gewissen Leichen und Begräbnisstäten; worüber wir nun ferner sehen müssen was aus den Worten hervorgeht.

Χάριν τῶν κειμένων νεκρῶν ἐν οἷς ἔχουσιν ἐν τοῖς Μεμνονείοις τῆς Λιβύης τοῦ περὶ Θήβας τάφοις ἀνθ᾽ ἧς ποιοῦνται λειτουργίας. Was die Deutlichkeit der Züge betrifft so will ich auf das ein paarmal fast verschwundene ο nicht weiter aufmerksam machen. Das τ in τῆς sieht fremd aus, aber nur weil die zweite Hälfte des Querstrichs etwas tiefer angesetzt ist.

---

(1) Hier ist ein anderes aus eben der Gegend kommendes Beispiel des Verbi λογεύειν und seines mit λογίζεσθαι übereinkommenden Gebrauchs. Es ist der Schlufs einer Inschrift aus der Thebanischen Oase (*Letronne Deux Inscriptions Grecques gravées sur le Pylone d'un temple Egyptien dans la grande Oasis.* S. auch *Class. Journ. T.* 23. *Caillaud tab. XIII,* 8.). Die Rede ist dort davon, dafs den von den reisenden Militär-Personen gewöhnlich gemachten Foderungen zu Leistungen nicht ferner solle nachgegeben werden; dann heifst es: ἐὰν δέ τις δῷ ὡς δεδομένον λογίσηται, καὶ εἰσπράξῃ δημοσίᾳ τοῦτον τὸ δεκάπλουν. Eben so sollten auch die Behörden das widerrechtlich erprefste aufzeichnen und einreichen, worauf im Verfolg gesagt wird, dafs dann diese Angaben πρὸς τὰ λογιστήρια geschickt werden sollen und ἐκ τοῦ λογιστηρίου ἐπὶ τοὺς ἐκλογιστάς: zum Schlufs sagt der Präfekt: ὃ ἐὰν (oder ὃ δὲ ἂν) παρὰ τὸ δίκαιον λελογευμένον ᾖ πεπραγμένον ᾖ, τοῦτο διορθώσομαι ὁμοίως.

Böckh.

Merkwürdig ist das *β* in dieser Schrift, indem die beiden Halbzirkel rechts in Einen Strich sich abgeglättet haben, wie man hier in Λιβύης und unten in Τυβί am deutlichsten sieht, auch in dem Worte Θήβας der vierten Zeile: denn in demselben Worte im itzt vorliegenden Zusammenhang, ist der eine Strich durch Fehler des Papyrs unkenntlich. Das Wort περί ist bloſs durch das π, das hier wieder verzerrt und ganz in zwei Theile zerfallen ist, undeutlich. Zweifel kann nirgend entstehn.

Desto schwieriger sind die Sachen. Unter der Benennung Μεμνόνιον oder Μεμνόνειον (denn auf beide Arten wird es geschrieben, und auf beide Arten, nach der Analogie anderer griechischer Namen von Tempeln, Monumenten u. d. g., richtig) kannte man bisher nichts anders als ein Monument des Memnon, das bald als dessen uralter Königsitz bald als dessen Grabmal genannt ward, wie davon die Stellen beisammen stehn in der Abhandlung über die Memnonien von Jacobs. Solche Gebäude waren in Aegypten bekanntlich in Abydos und in Theben, von welcher letztern Stadt der ganze Theil am linken Ufer so genannt ward. Andre waren in Aethiopien und in Asien, von deren Bedeutung und Zusammenhang hier nicht die Rede sein kann. In unserer Schrift lesen wir von „den Μεμνονείοις des zu Theben gehörigen Libyens". Ganz Aegypten ward bekanntlich durch den Nil in die arabische und libysche Seite gespalten, und jede Seite wird auch vielfältig kurzweg Arabia und Libya genannt: in welchem Fall Libya, als ein geographischer Haupt-Theil von Aegypten nicht zu verwechseln ist mit Libya im gewöhnlichen Sinn als Theil des Ptolemäischen Reichs, wie wir es oben genannt haben. „Das Memnonium auf der libyschen Seite von Theben" wäre also ein ganz richtig bezeichnender Ausdruck von jenem berühmten thebäischen Gebäude. Strabo 17. p. 816. sagt ausdrücklich, ein Theil von Theben liege ἐν τῇ Ἀραβίᾳ ἐν ἧπερ ἡ πόλις, ein Theil ἐν τῇ περαίᾳ ὅπου τὸ Μεμνόνιον; wo, durch den Gegensatz von Arabien, Libyen so gut wie genannt ist. Auch der Plural τὰ Μεμνόνεια in unserer Schrift könnte nicht befremden. Derselbe Strabo 17. p. 813. nachdem er das Memnonium in Abydos erwähnt hat, fährt fort: εἰ δ᾽ ὥς φασιν ὁ Μέμνων ὑπὸ τῶν Αἰγυπτίων Ἰσμάνδης λέγεται, καὶ ὁ Λαβύρινθος Μεμνόνειον ἂν εἴη καὶ τοῦ αὐτοῦ ἔργον οὗπερ καὶ τὰ ἐν Ἀβύδῳ, καὶ τὰ ἐν Θήβαις· καὶ γὰρ ἐκεῖ λέγεταί τινα Μεμνόνεια. Hier geht das ἐκεῖ bloſs auf Theben: denn von dem abydenischen Mem-

nonium handelt er eben; nach Theben aber ist seine Beschreibung noch nicht gelangt.

Ist also von Gräbern die Rede, die in diesem Memnonium sich befanden? Das wäre etwas unerhörtes. Das Memnonium gilt, wie gesagt, allerdings häufig für ein Begräbnis, aber des alten Helden, Königs oder Gottes selbst. Nirgend liest man auch nur, dafs eines andern Königs Leichnam in diesem Gebäude bestattet worden sei: und hier wären Gräber gewöhnlicher Menschen in demselben, mit welchen ein gemeiner Geldverkehr getrieben wurde.

Je mehr ich die Worte ansehe je gewisser wird es mir, das hier unter τὰ Μεμνόνεια etwas anders verstanden wird. Τὰ Μεμνόνεια τῆς Λιβύης, dies ist kein Ausdruck für ,,das Memnonium das auf der Libyschen Seite liegt": und wozu in aller Welt würde diese Bestimmung hinzu gefügt? Hier ist offenbar der Plural von Bedeutung: es sind Gegenstände, Lokale, die in Menge auf der Libyschen Seite sind: kurz es sind die Begräbnis-Plätze, die Katakomben selbst. Es ist bekannt und versteht sich aus der Natur des ägyptischen Landes von selbst, dafs alle Begräbnisse in den unfruchtbaren Anhöhen über dem Nil-Thal sind. Diese weiten unfruchtbaren Strecken nannte man Arabien, Libyen; und zu jeder Stadt am Nil gehörte der daran stofsende Theil davon. Dorthin begrub jeder Ort seine Todten: und das also sind die Memnonien in dem zu Theben gehörigen Libyen. Dafs sie Μεμνόνεια heifsen lerne ich, wenn man mich nicht grofsen Irrthums belehrt, aus dieser Schrift; und hoffe dafs es aus den neu eröffneten Quellen ägyptischen Alterthums noch weiter hervorgehen soll: ahne auch den Zusammenhang dieser Benennung mit dem Namen des äthiopischen Helden, der überall nur genannt wird um von seinem Tod zu reden, und dessen Monumente und Wohnungen sämtlich auch sein Grabmal heifsen. S. Jacobs Abh. S. 24 ff.

Auch den Ausdruck τῆς Λιβύης τοῦ περὶ Θήβας müssen wir noch näher betrachten. Man wird den zweiten Genitiv für das Neutrum nehmen wollen, τὸ περὶ Θήβας: aber dies pafst nicht recht zu der untersten Zeile wo derselbe Ausdruck, Benennung einer Behörde ist die einen Schreiber hat: denn so allgemein ,,einen Schreiber der Gegend ,,um Theben" hat es wol nicht gegeben. Sehen wir dagegen aus der Nechutes-Urkunde und Böckh's Erläuterungen davon S. 18. dafs eben

so elliptisch gesagt ward τοῦ Ταθυρίτου, τοῦ Ὀμβείτου, von den Nomen oder Kreisen dieses Namens, so kann wol kein Zweifel sein dafs auch hier νόμου zu verstehen ist, und dafs das, was der Geograph Ptolemäus, abweichend von den übrigen Nomos-Benennungen, welche fast alle auf της ausgehen, Θηβῶν νόμος nennet, hier ὁ περὶ Θήβας heifst. So entsteht aber wieder eine Schwierigkeit, indem hier ein Theil von Libyen als zum thebäischen Nomos gehörig genannt wird, während nach Ptolemäus dieser Nomos ganz auf das rechte Nilufer, wo das eigentliche Theben lag, beschränkt ist. Denn das Memnonium, das bei Ptolemäus den Namen ὁ Μέμνων führt, und das, wie oben erwähnt, dem eigentlichen Theben gegenüber lag, dieses selbst gehörte nach Ptolemäus nicht zum thebäischen Nomos sondern zu dem auf der libyschen Seite liegenden νόμος Τεντυρίτης. Auch die Annahme dafs dies zu verschiednen Zeiten verschieden könne gewesen sein, hilft uns nichts; denn in der fast gleichzeitigen Nechutes-Urkunde, die ebenfalls lauter thebäische Leute betrifft, und die von Grund und Boden der Memnonier (τῶν Μεμνονέων) handelt, wird dieser zu dem Nomos Tathyrites gerechnet. Den Ort Tathyris kennen wir aus Ptolemäus als nahe bei Memnon landeinwärts liegend: aber ein davon benannter Nomos ist, wie Böckh bemerkt anderswoher nicht bekannt. Indessen hatte schon Danville aus der Folge der Nomen bei Plinius geschlossen, dafs der blofs bei diesem Schriftsteller vorkommende Nomos Phaturites zu diesem Tathyris gehöre. Dies ist so evident, dafs Böckh und ich es unbedenklich annehmen. Der ägyptische Name wird auch Θατυρίς geschrieben worden sein, woraus durch eine sehr gewöhnliche Verderbung Φατυρίς ward. Tochon d'Annecy in seinen *Recherches sur les Médailles des Nomes d'Egypte,* ging noch weiter. Da der Nomos Phaturites bei Ptolemäus, und was allerdings sehr wichtig ist, der Thebäische bei Plinius fehlt, so vermuthet er mit grofser Wahrscheinlichkeit dafs beide Benennungen einem und demselben Nomos gehören. Es ist gar nichts seltenes dafs eine Hauptstadt in einem Distrikt liegt der aus irgend einer Lokal-Ursach von einem geringern Ort den Namen führt: wobei es aber eben so natürlich ist dafs die Bezeichnung nach dem Hauptort auch üblich ist. Die beiden Benennungen Nomos Tathyrites und Nomos von Theben haben ganz das Anselm sich so zu verhalten; und die Differenz

zwischen jener Urkunde und unserer Schrift würde so am einfachsten gehoben: zwischen Ptolemäus aber und den ältern Monumenten wäre alsdann anzunehmen daſs zu des Geographen Zeit wirklich Memnon oder Memnonium von Theben und Tathyris in dieser Beziehung getrennt und dem benachbarten Tentyritischen Nomos zugetheilt gewesen sei [1].

Ich stelle diese Vermuthung eben so unentschieden hin wie Tochon that. Findet sie Hindernisse, so müſste man für den vorliegenden Fall annehmen daſs die Libysche Strecke hinter Memnonium, eben zu diesem Zweck der Bestattungen, und wenn es noch andre gab, zwischen beiden Städten getheilt war; wodurch sich der Ausdruck *τὰ Μεμνόνεια τῆς Λιβύης τοῦ περὶ Θήβας* dann eben so gut erklären lieſse.

Wir kommen nun auf die Worte *τῶν κειμένων νεκρῶν ἐν οἷς ἔχουσι — τάφοις.* Das Subjekt von *ἔχουσι* wären nach der einfachsten Konstruktion freilich die *νεκροί* selbst: aber da dies eine Abgeschmacktheit (und selbst wenn man die Familien verstehn wollte, ein albernes Gewäsch) wäre; so muſste gleich jedermann das Wort mit den beiden Zöllnern verbinden, deren Erwähnung ja auch in dem *δι᾽ αὐτῶν* wiederholt war: und, daſs ichs kurz mache auch das folgende *ἀνθ᾽ ἧς ποιοῦνται λειτουργίας* bezieht sich auf dieselben, und gibt nun auch dem Ganzen Gehalt und Zusammenhang. *Λειτουργία* heiſst in diesen Zeiten weiter gar nichts als

---

(1) Sehr befremdlich ist eine Einwendung gegen die Vermuthung daſs der Phaturites und der Tathyrites eins seien, welche der Herausgeber des Tochonschen Werkes, J. Saint Martin, aus der Nechutes-Urkunde selbst nimt. Er meint nach derselben habe Ptolemais im Tathyrites gelegen, der also ein weit mehr nach Norden gelegener Kreis gewesen sein müsse. Gesetzt dies wäre so, wie half er dann dem Umstand ab, daſs Tathyris von Ptolemäus wirklich in die Nähe von Memnon und südlich von Tentyra gesetzt wird? Doch die Annahme ist ja ganz irrig. Die Worte *τῶν ὄντων καὶ οὐσῶν ἐν Πτολεμαΐδι* gehören zusammen noch zu den Kurialien der Jahres-Bestimmung, worauf der Monatstag folgt und dann erst alles übrige. Eine Ort-Bestimmung ist dort gar nicht gegeben, weil sie sich aus der Nennung des Magistrats vom Tathyrites und aus der Lage des Grundstücks, in der Feldmark der Memnonier, von selbst ergab. Unmöglich konnte also die Scene der Verhandlung in Ptolemais sein sondern nur in oder bei Theben. Ich muſste diesen Fehlgriff rügen, weil eine so falsche Vorstellung von jener Urkunde, wenn sie sich festsetzen sollte, dem historischen Gebrauch derselben sehr im Wege sein würde; und in der That hat sie sich schon festgesetzt, da die trefflichen Französischen Gelehrten, welche sich über jene Urkunde geäuſsert haben, sie immer den Kontrakt von Ptolemais nennen: ein Miſsgriff wozu die Berliner Erklärung durchaus nicht veranlaſst hat, wie schon S. 15. und S. 18 f. derselben lehrt.

Amt, Dienst. Also, diese Zöllner haben diese Gräber inne, als eine Art Sold für ihren Zöllnerdienst. Sie ziehen also einen Vortheil von den Personen, welche ihre Todten in diesen Begräbnisstäten begraben lassen (1).

Ἃ ἐωνήσατο παρ᾽ Ὀννώφριος τοῦ Ὥρου. Das Subjekt kann nur Oros der Sohn des Oros sein: und was er gekauft hat, mufs in dem Genitiv bei dem obigen ὠνῆς liegen. Also bezieht sich ἅ auf τὰ λογευόμενα, von welchen Gegenständen wir nur wissen, dafs sie mit der Leichenbestattung in jenen Memnonien in Verbindung stehn. Oros kauft aber das, was er hier kauft, nicht von jenen zwei Inhabern dieser Begräbnis-Plätze, sondern von seinem — Bruder oder Vetter — Onnophris dem Sohn des Oros. Also sind hier Familien-Besitze und Rechte die ein Individuum dem andern überlassen kann: so jedoch dafs dieser Besitz untergeordnet ist einem allgemeinern der gesamten Begräbnis-Stäten eines Bezirks, welcher von Staatswegen gewissen Personen zuerkannt ist, denen daher eine Einnahme von den Verhandelnden zusteht. Und von jeder solchen käuflichen Veräufserung bekommt die Staats-Verwaltung, nach Verhältnis des Werthes (ὠνῆς) eine Abgabe: wobei es jenen Inhabern, den Zöllnern, obliegt, von jedem solchen Kauf ein genaues, von einem andern Beamten, Ptolemäus hier, vidimirtes, die Gegenstände samt dem Preis angebendes Verzeichnis einzureichen (τὰ λογευόμενα).

Und so glaubt Böckh den Zusatz χάριν τῶν κ. νεκρῶν κ. τ. λ. am einfachsten so zu erklären, dafs diese Worte den Grund der Berechtigung der beiden Zöllner zur διαγραφὴ enthalten. Sie sind Inhaber der Gräber; der Kauf betrifft Bestattungs-Gegenstände: daher geben sie an, dafs vermöge dieses Rechts-Titels sie die διαγραφὴ gemacht haben und nicht ein anderer. In welchem Sinn denn freilich der Gebrauch des Wortes χάριν von dem wie er in der guten Sprache statt findet, auf eine jedoch sehr begreifliche Weise abweichet.

Hätten wir nun hier den Kauf-Kontrakt selbst vor uns, so versteht es sich dafs der Gegenstand desselben genannt wäre: aber hier ist nur die Zoll-Akte. Auch in dieser würde, wenn z. B. was man zu-

(1) In der vor mir liegenden Abschrift des Pariser Papyrus steht deutlich ποιεῖται. Ich nehme darauf als auf einen blofsen Fehler keine Rücksicht: denn vom Oros ist durchaus nichts im vorhergehenden gesagt, womit man dieses ἀνθ᾽ ἧς -- verbinden könnte.

nächst erwartet, eine Grabstäte gekauft wäre, dieser Gegenstand mit einem Worte genannt sein. Man sieht also, es ist hier wenn ich so sagen darf eine ganze Bestattungs-Gelegenheit mit ihrem Inventario verkauft worden, statt welche zu nennen, da es in der Zollakte blofs auf den Kaufpreis ankommt, durch den Ausdruck τὰ λογευόμενα auf das bei den Akten gleichfalls liegende Verzeichnis verwiesen wird.

Von dem Oros unserer Akte müssen wir nun noch bemerken, dafs wir itzt schon drei Papyre kennen die sich auf ihn beziehen. Denn aufser diesem unsrigen und dem Pariser mit gleichlautender griechischer Beischrift, ist unter der Minutolischen Sammlung noch einer, auf welchem, im zugerollten Zustande, auswendig mit griechischen Buchstaben zu lesen war, Ωρος Ωρου. Bei der Entwickelung zerfiel derselbe in zwei in einander gesteckte Blätter oder Rollen, jedes mit einer ägyptischen Schrift: mit deren Bekanntmachung Spohn itzt beschäftigt ist. Oros war also der Besitzer eines solchen Begräbnisses in einem der Memnonien bei Theben; und ein Theil der Rollen die kürzlich nach Paris und Berlin gekommen sind, sind also ohne Zweifel aus diesem Begräbnisse, welches die Araber, wie so viele andre durchstöbert haben, genommen und an dortige Europäer verkauft worden.

Gleich auf die Namen Ὀννώφριος τοῦ Ὥρου folgt in der Pariser Schrift einiges was in der unsrigen fehlt. Ich kann aber auf der vor mir liegenden Kopie nur etwas über die Hälfte davon lesen: ἐν τῷ λϛ´ L Ἀθύρ — „im 36sten Jahr, Athyr — ". Vielleicht wird der zu erwartende Pariser Abdruck auch das übrige erkennen lassen. Einstweilen gibt uns das Gelesene wieder eine Zeitbestimmung, nehmlich die der Kaufhandlung, und diese stimmt sehr gut, da sie in desselbigen Jahres Monat Athyr fällt der dem Choiak unmittelbar vorhergeht[1].

---

(1) Ich will über das unleserliche nach dem Namen Ἀθύρ doch eine Vermuthung aufstellen. Es fehlt die Bezeichnung des Monats-Tages: sie mufs also statt der Zahl durch Worte ausgedrückt sein. Es steckt also wol in diesen Zügen der besondre Name des Tages, wie wenn wir sagen Johannis- oder Michaelis-Tag. Dafs bei den Aegyptern eine dieser entsprechende Sitte gewesen, hatte ich längst bemerkt: sehr befriedigend ist die Sache aber von *Letronne* in seinen vortrefflichen *Recherches* S. 166 ff. auseinander gesetzt. So im Dekret des Tib. Alexander: Φαωφὶ Α̅ Ἰουλίᾳ Σεβαστῇ, und in der Inschrift des Propylon von Tentyris: Θωὺθ Σεβαστῇ. Böckh.

Es folgen nun die Geldbestimmungen aus Worten, Zahlen und Zeichen bestehend. Wir wollen aber zuvörderst nur die ausgeschriebenen Worte und deren Verbindung noch berühren, und alles was Geld und Rechnung betrifft zuletzt nehmen. Die Worte *χαλκοῦ* und *τέλος* die in unserm Papyrus undeutlich sind, wurden durch den Parisischen gewiſs. Und so ergab sich auch sogleich, daſs das Wort *χαλκοῦ* mit der dabeistehenden Bestimmung die zu *ἐωνήσατο* gehörige Kaufsumme ausdrücken, *τέλος* aber nebst dem was darauf folgt, in den Zusammenhang von Anfang an gehören muſs: *τέτακται* — *Ὧρος* — *τέλος* —. Also: „Oros hat zu bezahlen für den Kaufpreis von so und soviel Kupferwerth, die Abgabe von so und so viel".

Dicht nach diesen Zahlen folgt die Unterschrift des Oberzollbeamten Lysimachos. Sie war wegen Zusammenziehung der mittlern Buchstaben in wenig nachlässige Züge auf der Berliner Schrift nicht zu erkennen. Die Pariser hat sie deutlich gegeben. Nach diesem Namen ist ein Schriftzug, und eben so auf der Pariser Schrift. Aber beide Züge sind sich durchaus unähnlich. Der Pariser ist ein *τ* mit einem *ε*, wie mir scheint, darüber. Vielleicht *τελώνης*. Den unsrigen kann man *αι*, auch wol *αρ* lesen. Vielleicht *ἀρχιτελώνης*.

Unsere vierte Zeile die auf dem Pariser Papyrus fehlt, zeigt durch Verschiedenheit der Hand, daſs der welcher in der Ersten Person darin spricht sie wirklich eigenhändig geschrieben hat. Der Name *Ἀπολλώνιος* ist wieder durch flüchtige Schrift unvollkommen. Von dem *π* habe ich oben bei *Ἀσκληπιάδου* gesprochen; das *ω* und *ν* ist in einen einzigen Zug zusammen geflossen.

*Ὁ πρὸς τῷ γραφίῳ τοῦ περὶ Θήβας.* Von *τωι* ist das *ι* deutlich genug um das Substantiv, dessen *ι* einem *υ* ähnlich geworden (so daſs man zuerst *πρὸς τοῦ γραφίου* lesen wird), zu berichtigen. S. die Nechutes-Urkunde Z. 5. *τοῦ πρὸς τῇ ἀγορανομίᾳ.* Vigerus führt aus Herodian an: *οἱ πρὸς ταῖς κύλιξιν*, die Schenken. Also ist *ὁ πρὸς τῷ γραφίῳ* der Schreiber; und zwar ist er es von dem Thebäischen Nomos. Das Wort *περὶ* und besonders *Θήβας* würden kaum zu lesen sein, wenn die Vergleichung mit der zweiten Zeile nicht Gewiſsheit gäbe. *Μετείληφα εἰς ἀναγραφήν.* An die Stelle des die schnelle Schrift hemmenden *Ν* in *ἀνα* ist ein fast ganz willkürlicher Schriftzug getreten, den nur die Nachbarschaft kennt-

lich macht. Ἀναγραφή ist die Aufzeichung, Einregistrirung der Handlung, wozu dem Schreiber diese Akte mitgetheilt worden (μετείληφα) (1). Von der Form des β in Τυβί habe ich schon oben gesprochen. Der Tybi folgt auf den Choiak.

Also geschah der Kauf im Athyr. Der neunte des folgenden Monats Choiak war dem Käufer anberaumt zur Entrichtung der Steuer davon: und sechsundzwanzig Tage darauf, den 5. Tybi, erfolgte die Einregistrirung. Wahrscheinlich galt diese und die Vermerkung derselben unter dieser Schrift, als Quittung.

Nachdem ich auf diese Art hauptsächlich von grammatischer Seite dem Zusammenhang und Sinn des Ganzen beizukommen gesucht hatte, übergab ich mein Resultat meinem mit Gegenständen des Geschäftsganges bei den Alten weit vertrauteren Freunde Böckh: der denn meine Darstellung in mehren Punkten modificirte. Obwohl ich nun wenig Bedenken trage diese Modificationen gröfstentheils anzunehmen, so habe ich es doch für besser erachtet, bei einem Gegenstande der so mit einemmale zur Gewifsheit nicht gebracht werden kann, den Leser denselben Weg gehn zu lassen. Ich habe daher nur in Nebenpunkten Böckh's Bemerkungen und Zusätze oben überall gleich beigefügt, und trage nun das vor, was das Ganze betrifft.

Dafs diese Beischrift dem Inhaber als Quittung dienen mufste, stellte sich mir, so bald ich nur einigen Blick in den Zusammenhang geworfen hatte, gleich dar; da sonst der Zweck einer solchen Beischrift auf einer, wie man deutlich sieht, von dem Oros sorgfältig bewahrten Schrift, nicht zu begreifen war. Eben so fühlte ich, dafs dies nicht

---

(1) Böckh zweifelt, ob nicht ἀπογραφή zu lesen sei. Er meint Apollonius sei der Oberschreiber, der diese von anderer Hand, nehmlich von einem seiner Leute, sauber geschriebene Kopie, statt unseres *in fidem copiae*, so unterzeichne μετείληφα εἰς ἀπογραφήν gls. „ich habe zu der Abschrift theilgenommen" d. h. habe sie besorgt: und dann möchte das Pariser Exemplar, wo dieser Beisatz nicht ist, das Original sein. Er erkennt aber auch an, dafs ein anderes Verhalten der Sache und der Exemplare gedacht werden kann. Ich kann mich von der Lesung ἀναγραφή noch nicht trennen. Nicht dafs der wunderliche Schriftzug der weder ein Π noch ein Ν ist, nicht beides sein könnte; sondern weil ich in dem rückwärtsgehenden spitzen Winkel vor dem γ ein deutliches α erkenne; von dem ο hingegen keine Spur; da dies doch nur dann zu verschwinden pflegt wenn es am Ende eines vorragenden Striches hangen soll.

füglich anders der Fall sein konnte, als wenn die ganze Schrift eine Art Protokoll war. Nach meiner von dem Worte *τέτακται* gefafsten syntaktischen Ansicht, konnte sie aber nur eine vor dem Termin, worauf es ankam abgefafste Schrift sein; und so konnte sie freilich nur durch die unterste später geschriebene Zeile, mit gewissen nicht eben wahrscheinlichen Voraussetzungen, Quittungskraft erhalten haben. Böckh hingegen gibt zwar zu, dafs das Perfekt *τέτακται* zu dem Datum und zu dem *ἐπὶ τὴν* — ungefähr in der Beziehung stehe die ich oben dargelegt habe; aber dem Gedanken nach bezieht er es nicht zunächst auf die zu entrichtende Summe, sondern auf den Mann und das ihm anbefohlene Erscheinen (allerdings zur Entrichtung der Steuer) an jenem Termin und in dem Zollamte. Freilich fehle, grammatisch betrachtet, auch so eigentlich die Erklärung, dafs er auch erschienen sei: es lasse sich aber wohl denken, dafs wenn in einem Protokoll, dessen vorausgeschickte Zeitbestimmung nothwendig auf den Tag der Verhandlung gehe, es heifse *Ὧρος τέτακται ἐπὶ τὴν — τράπεζαν*, dies (wenn nicht etwan ausdrücklich hinzugefügt wäre, dafs er nicht gekommen sei) eben so viel gegolten, als wenn es hiefse, *τεταγμένος πάρεστι* „es stellt sich der erhaltenen Anweisung gemäfs Oros in dem Amte"(1). Alles übrige fügt sich dann eben so wie ich es oben gestellt habe; nur dafs man in solchen Abfassungen nicht syntaktisch vollständige Ausdrücke erwarten mufs. Die Worte also, *ὠνῆς* „von dem Kaufpreise" und *τέλος*... „an Steuer so und so viel" verbinden sich eben so gut mit *τέτακται ἐπὶ τὴν τράπεζαν*; weil dieser Satz den Begriff, dafs er dahin zahlen mufs, nothwendig in sich schliefst.

Was nun diese Böckhische Darstellung theils bestätigt, theils neues Interesse ihr leiht, ist die von demselben entdeckte merkwürdige Uebereinstimmung unserer Schrift mit der Nebenschrift zu dem von ihm erklärten Kaufbriefe des Nechutes. Auch diese nehmlich ist offenbar ein solches als Quittung dienendes Protokoll; aber viele Stellen

(1) Den Gebrauch des *ἐπὶ τὴν τράπεζαν*, wie er sowohl in meine erste Darstellung als in diese von Böckh gefafste pafst, belegt derselbe durch Stellen aus Demosthenes wie *c. Apatur.* p. 900, 14. *ἀποστερῆται τὸ ἐπὶ τὴν τράπεζαν χρέως* „die dahin zu zahlende Schuld" und ebend. 895, 15. *τῆς ἐγγύης τῆς ἐπὶ τὴν τράπεζαν* „die Bürgschaft vermöge welcher man für die Bezahlung an die Wechselbank haften mufs; *πρὸς τὴν τράπεζαν* 895, 27.

waren wegen des höchst undeutlichen Gekritzels und unerrathbarer Abbreviaturen gar nicht zu entziffern. Die Bemerkung, daſs einige Worte und Wortfragmente gerade so auf einander folgen wie in unserer Schrift, warfen auf einmal Licht auf mehre andere: und so gelang es ihm, den gröſsten Theil durch Fortsetzung der Vergleichung vollends zu enträthseln; was er mir aufgetragen hat, hier als Nachtrag zu seiner Erklärung beizubringen.

Am spaſshaftesten ist das Schicksal des in Berlin zur Welt gekommenen Aegypters Χωτλεύφης, welcher der Viertheilung nicht hat entgehen können. Das darauf folgende ὑπογρα. Ἡρακλείδης ἀντιγρα. zeigte nehmlich, daſs, wie in unserer Oros-Schrift, so auch hier ὑφ' ἣν vorhergehe: und da dort, noch weiter zurück, die Worte stehn *κατὰ διαγραφὴν Α. καὶ Ζ. τελωνῶν*, so ergänzte sich nun auch hier augenscheinlich *κατὰ διαγραφὴν* $\overset{\omega}{\chi}\ \overset{\lambda}{\tau\varepsilon}$, ὑφ' ἣν —; woraus sich nunmehr ergab, was ohne diese Hülfe kein Mensch hätte errathen können, daſs bloſs Χω der Name ist: wenn man will, als Abkürzung; vielleicht aber auch ein ägyptischer Name, Χώς *Gen.* Χώ; das darauf folgende aber τελώνου heiſst. Doch wir wollen nun von vorn anfangen. Gleich auf die Zeitbestimmung, Ἔτους ιβ' τοῦ καὶ θ', Φαρμυθὶ κ', folgt nach ein paar kleinen Zügen ganz deutlich ἐπὶ τὴν (nicht wie wir früher zu lesen glaubten ἐπὶ τῆς); dann folgt etwas unleserliches; und zu Anfang der folgenden Zeile hatte Böckh schon früher die Sigla der Silbe ρα erkannt. Mit Sicherheit liest er itzt wenigstens soviel: ...ἐπὶ τὴν ...τρα. (das heiſst τράπεζαν) ἐφ' ἧς Διο... und dann das obige *κατὰ διαγραφὴν* Χὼ τελώνου ὑφ' ἣν ὑπογράφει Ἡρακλείδης ὁ ἀντιγραφεύς: alles also selbst buchstäblich entsprechend den Worten in unserm Oros-Protokoll: denn der Artikel ὁ vor ἀντιγραφεύς war, als ein bloſser Punkt, bei der ersten Entzifferung übersehn worden: die Abkürzungen ὑπογρα. und ἀντιγρα. aber, welche Böckh schon damals richtig beurtheilt hatte (S. 53.), ergänzen sich nun mit Sicherheit; wobei es nicht überflüssig ist zu bemerken daſs in dem Pariser Exemplar unserer Schrift grade auch ὑπογρα. und ἀντιγρα. eben so mit darüber stehendem α abgekürzt ist.

Vergleichen wir nun auch die noch übrig bleibenden undeutlichen Stellen mit unserm Oros-Papyr, so entspricht die zwischen Φαρμυθὶ κ' und ἐπὶ τὴν — dem τέτακται: aber ich kann in dem was da zu sehn ist,

auch als Abbreviatur genommen, was es ohne allen Zweifel ist, keine Spur von jenem Worte erkennen; und nehme also an dafs hier ein andrer technischer Ausdruck zu gleichem Zweck gestanden. Die Charaktere zwischen ἐπὶ τὴν und τράπεζαν entsprechen dem ἐν Διοσπόλει τῇ μεγάλῃ. Auch hier will es nicht gelingen weder ἐν Θήβαις, noch Θηβαίαν, noch ἐν Θατύρει zu lesen: die Buchstaben ερ stehn, auf unserer Abschrift wenigstens, zu klar da[1]. Zwischen ἐφ' ἧς Διο. und κατὰ διαγραφὴν stehn Zeichen und Züge die durchaus unerklärlich waren, bis die Vergleichung des Oros-Protokolls ergab dafs sie grad an der Stelle stehn, wo dort εἰκοστῆς ἐγκυκλίου: wiewohl diese Worte selbst sich nicht darbieten wollten. Wir werden sie also gleich nachher mit den übrigen Geldsachen behandeln.

Dafür will ich einstweilen den Namen des Beamten vervollständigen. Ich lese Διον und deute ihn, mit dem Abkürzungszeichen darüber, Διονύσιος. Dasselbe N haben wir in der vierten Zeile in Νεχούτης und in τόπον und weiterhin mehrmals.

Wir kommen an den Schlufs dieses ersten Absatzes, wo ωνης deutlich steht. Böckh meinte das ὠνῆς unseres Papyrs zu erkennen: aber dies steht dort im zweiten Absatz, der mit dem Namen Oros beginnt; und eben so könnte er auch hier schwerlich anders als nach dem Namen des Nechutes angebracht sein. Dazu kommt dafs zwischen ἀντιγρα. und ωνης noch etwas steht, was ich weder für die Endung ευς noch für τῆς erkennen kann, zwischen welchen beiden Erklärungen Böckh ungewifs war. Ich lese ἀντιγραφεὺς τελώνης, welches letzte Wort hier ausgeschrieben ist, weil Platz übrig war, da der Schreiber mit dem Namen der Haupt-Person Νεχούτης die neue Zeile anfangen wollte. Wir werden dieselbe Sigla $\overset{\wedge}{\tau\varepsilon}$ für τελ unten noch nachlässiger geschrieben finden, wo auch Böckh sie schon erkannt hatte.

---

(1) Auf dem weiter unten von mir anzuführenden neu entwickelten Papyrus ist in demselben Zusammenhang zu lesen ἐπὶ τὴν ἐν Ἑρμόνθει τράπεζαν: es ist daher uns beiden sogleich sehr wahrscheinlich geworden dafs auch hier εν ερ mit dem Abkürzungszeichen darüber so zu ergänzen sei. Hermonthis war der Hauptort des zunächst an Memnonium grenzenden Nomos, und zwar von der Südseite: also grade wohinzu das Grundstück lag. Wir können unmöglich über die Anlässe urtheilen wegen derer ein solches Steuer-Geschäft an eine Zollstäte im eignen oder im benachbarten Nomos verwiesen war.

Die syntaktische Grundlage des ganzen Zusammenhangs läfst sich von diesem Nechutes-Protokoll noch nicht angeben, so lange wir nicht wissen was oben, statt des in unserm Papyr zu lesenden τέτακται steht. Ich mache nur noch aufmerksam darauf, dafs in dieser Nebenschrift, die vorzüglich für das Auge eingerichtet sein mufste, nicht nur, wie oben bemerkt, Nechutes die vierte, sondern eben so die andre Hauptperson, Pamonthes, die siebente Zeile beginnt, da doch in der sechsten zu Ende Platz genug war. — Noch mufs bemerkt werden, dafs wo Böckh die ungewöhnliche Form ἐωνήθη zu lesen geglaubt hatte, das von Bekker anerkannte ἐωνήσατο nunmehr durch unsere Schrift bestätigt ist, und auch von Böckh anerkannt wird.

In der Namens-Unterschrift haben Böckh und ich unabhängig von einander die Abbreviatur Δι. erkannt. Es ist nehmlich ein in zwei Stücke zerfallenes Δ mit einem ι darunter. Also die Sigla jenes Διονύσιος, der an der hier genannten τράπεζα war, so wie an jener andern Lysimachos. Und auch davon hat Böckh mich überzeugt dafs das neben dieser Sigla stehende τρ mit einem Zug darüber τραπεζίτης zu lesen ist; was also hier die Benennung eines Beamten zu sein scheint, da es sonst nur den an seiner eignen τράπεζα sitzenden Wechsler bezeichnet. Auf keinen Fall läfst sich diese Sigla mit den beiden vergleichen die wir oben beim Lysimachos gesehn haben.

Was nun endlich die Rechnungs-Gegenstände betrifft, so hatte natürlich die von Böckh entdeckte Uebereinstimmung der beiden Protokolle auch eine neue Betrachtung der in der Nechutes-Urkunde befindlichen Zahlzeichen veranlafst. Und so ergab sich zuvörderst dafs in dem eigentlichen Kaufbrief, wo wir zu lesen geglaubt hatten χαλκοῦ νομίσματος ΧΑ, was die freilich befremdliche Summe von sechshundertundeinem Stück Kupfermünze gab, das was wir für ein X hielten dieselbe Sigla sein soll, welche in der Oros-Schrift nach dem Worte χαλκοῦ zuerst steht: ferner, dafs in der Nebenschrift dort nicht X̄ZA zu lesen ist, sondern über dem X ein α steht: also χαλκοῦ: worauf das was uns ein Z schien, wieder die eben erwähnte Sigla ist, nur auf eine andere Art verzogen, auch wol in der uns zugekommenen Abschrift noch mehr entstellt: wie von diesem allen ein jeder durch Vergleichung der drei Schriften (den beiden von Nechutes, und der unsrigen) sogleich sich

überzeugen wird. Ohne Zweifel ist nun diese Sigla ein Gewicht das durch das darauf folgende Zahlzeichen bestimmt wird; in der Nechutes-Urkunde durch ein Α, bei uns aber durch ein deutliches Γ. Folglich haben die Gegenstände von Oros Kauf dreimal soviel gekostet als das Grundstück des Nechutes: welches uns auch nicht wundern kann, da jene Gegenstände unbekannt sind, und Oros zu einer reichen mit prächtigen Begräbnissen prangenden Familie gehört haben kann, das Grundstück aber ein Stückchen unbebautes Land von wenig mehr als zweihundert Fufs Länge und einhundert Fufs Breite war; vermuthlich eine kahle Baustelle.

Nun folgt in der Nebenschrift von Nechutes eine Abkürzung mit einem X. Böckh hat das schnellgeschriebene τέλος darin erkannt, das auch in der Oros-Schrift gleich auf die Kaufsumme folgt, und wovon wir die Silbe τελ so geschrieben nun zum viertenmal sehn. Also entspricht das τέλος X̄ in der Nechutes-Schrift dem τέλος.. ἐνακοσίας.. in der Oros-Schrift; und es kommt also nur noch auf die Erklärung auch dieser Zeichen oder Siglen an.

„Aus dem bis dahin enthüllten", sagt Böckh, „ist soviel schon „völlig klar, dafs die Nebenschrift der Nechutes-Urkunde ein Protokoll ist über die bezahlte Abgabe von dem verkauften Grundstück „und zugleich die darüber gegebene Bescheinigung: wonach also das„jenige zu modificiren ist was in der Erklärung jener Urkunde S. 34. ge„sagt ist, und damals nicht anders gestellt werden konnte, da es un„möglich war aus den dunkeln Schriftzügen irgend etwas von einer „bezahlten Kaufsteuer zu errathen. Uebrigens wird man noch bemer„ken, dafs nach beiden Aktenstücken die Steuer von dem Käufer er„legt wird".

Soweit waren wir in unsern Entzifferungen gekommen, als ein neues Licht sich aufthat. Bei der fortgesetzten Aufrollung von Minutolischen Papyren auf der Königlichen Bibliothek war wieder eines an den Tag gekommen, das eben so wie das von Oros, unter einer ägyptischen Schrift ein griechisches Protokoll enthält. Die Entzifferung des Ganzen ist mir in dem Augenblick da ich dies schreibe noch keinesweges gelungen, aber natürlich bot sich sogleich das übereinkommende im Schema mit jenen beiden andern Protokollen dar, und dies war

hinreichend um über die noch zweifelhaft gebliebenen Geldpunkte soviel Aufschlufs zu geben, dafs — noch ehe jener neue Papyr dem Publikum mitgetheilt werden kann — dieses Ergebnis hier noch beigebracht werden mufs.

Es ist dort auch von Kauf und Abgabe die Rede; alle darauf sich beziehende Benennungen sind dieselbigen wie im Oros-Protokoll; und in dem Zusammenhang wo dort εἰκοστῆς ἐγκυκλίου steht, steht hier κ εγκ mit Abkürzungszeichen darüber. Also dasselbe. Ferner liest man in dem neuen Papyr unten bei den Geldbestimmungen ἑξακοσίας, worauf derselbe vorwärts geneigte Strich und ein χ folgt. Da nun dies die Ziffer der Zahl sechshundert ist, so ergab sich sofort dafs das an derselben Stelle im Oros-Papyr stehende Zahlzeichen, das durch den dort allzudicht davor stehenden Strich nur räthselhafter erschien, eine Form des Episemon Sanpi ϡ = neunhundert ist; und wir also hier schon denselben bei uns üblichen Gebrauch vor uns haben, die Summen in öffentlichen Schriften durch Zahlwörter und Zahlzeichen oder Ziffern nebeneinander auszudrücken. Der schräge Strich dazwischen ist unser „sage".

Der Kaufpreis im Oros-Protokoll ist, wie wir gesehn haben durch die Zahl 3 bestimmt, im neuen Papyr ist es die Zahl 2 mit derselben Sigla; also richtig dasselbe Verhältnis wie zwischen der beidesmaligen Abgabe: neunhundert — sechshundert: und von der Einheit im Kaufpreis ist also die Abgabe dreihundert kleinere Einheiten. Da nun in beiden Dokumenten die Abgabe der Zwanzigste ist, so folgt dafs die grofse Einheit sechstausend mal die kleine ist. Dies ist aber das Verhältnis vom Talent zur Drachme. So enträthselt sich nun alles. Zu ἐνακοσίας und zu ἑξακοσίας gehört, was diese Endung schon erwarten liefs, das Substantiv δραχμάς. Die erste Sigla vor der Zahl drei (im neuen Papyr zwei) ist ein λ mit dem Strich eines τ darüber: τάλαντον: welches Gewicht sonst, wie man bei Montfaucon sehn kann, τλ bezeichnet wird. Die andre Sigla aber vor ἐνακοσίας (neu. Pap. ἑξακοσίας) ist das Drachmen-Zeichen, wofür man ein sehr ähnliches, nur rechts gedrehtes, bei Eisenschmid finden wird, das man aus ὁλκή entstanden glaubt. Also ist der Kaufpreis in unserer Akte drei Talente Kupfer oder (wie es in der Nechutes-Akte vollständiger heifst) Kupfermünze; und die Abgabe davon neunhundert Drachmen desselben Metalls.

Gehn wir hiemit zu der Nechutes-Akte, so ist der Kaufpreis dort ein Talent Kupfermünze und die Abgabe $\overline{\chi}$: denn der Schreiber des Protokolls hat die Zahl dort blofs durch die Ziffer ausgedrückt: also sechshundert Kupferdrachmen von einem Kupfertalent, welches das doppelte von jener Abgabe, also der Zehnte ist. Doch dies geht nicht blofs aus der Rechnung hervor: es steht da. In dem neuen Papyr ist, wie oben erwähnt, die *εἰκοστή* bezeichnet durch ein *κ*, und dieses hat einen Aufsatz, der ein rechtshin geschweifter krummer Strich ist. Vergleichen wir die Züge an derselben Stelle des Nechutes-Protokolls, so finden wir vor einigen Buchstaben, worin man nun unschwer die schlechtgeschriebene Abbreviatur *εγκ* erkennen wird, einen langen gewundenen Strich, dessen oberste Hälfte ebenfalls rechtshin geschweift ist: sehn wir diese obere Hälfte als den mit der Zahl (durch den Schreiber oder Abschreiber) in eins gezogenen Aufsatz an, so bleibt unten ein *ι*, zu gleichem Zweck wie dort das *κ*. Also: *δεκάτης ἐγκυκλίου.* — Einen Grund zu dieser Verschiedenheit der Abgaben von jenem und diesem Kauf müfste man itzt nur rathen: er wird sich vielleicht befriedigend ergeben wenn wir erst mehr Fälle vor uns haben.

Es wird nicht unzweckmäfsig sein nun auch das Steuer-Protokoll des Nechutes noch einmal vollständig, mit Andeutung des wenigen was noch unleserlich oder zweifelhaft ist, hieher zu setzen.

*Ἔτους* IB *τοῦ καὶ* Θ *Φαρμυθὶ* K ... *ἐπὶ τὴν ἐν Ἑρμόνθει*
*τράπεζαν, ἐφ' ἧς Διονύσιος, δεκάτης ἐγκυκλίου, κατὰ διαγραφὴν* X*ὼ τελώνου, ὑφ' ἣν*
*ὑπογράφει Ἡρακλείδης ἀντιγραφεὺς τελώνης,*
*Νεχούτης Μικρὸς Ἄσωτος ψιλὸν τόπον*
*πήχεις* EN .... *τὸν ἐν τῷ ἀπὸ νότου μέρει*
*Μεμνονέων, ὃν ἐωνήσατο παρὰ*
*Παμώνθης, τοῦ καὶ Ἐναχομνέως*
*(ἐπιγράψαντος) σὺν ταῖς ἀδελφαῖς,*
*χαλκοῦ ταλ. α', τέλος χ'.*

*Διονύσιος τραπεζίτης.*

Böckh macht bei diesen Dokumenten noch die einleuchtende Bemerkung dafs die Kupfermünze und das Kupfer-Talent, die wir hier im gewöhnlichen bürgerlichen Verkehr allein sehn, ihre sehr natürliche

Erklärung finden in dem alles Verhältnis übersteigenden, von Athenäus u. a. uns geschilderten Luxus der Ptolemäer. An ihrem Hofe und dessen nächsten Umgebungen war alles Gold und Silber ihres Reichs: ihre Pracht und ihr Wolleben war die Frucht von Erpressungen, die im Innern ihres Staats einen Zustand bewirkten dessen treues Symbol dieses Kupfergeld war.

---

Erst nachdem ein Theil dieses Aufsatzes schon gedruckt war, wurde ich darauf aufmerksam, dafs von dem bald anfangs erwähnten mit dem unsrigen übereinstimmenden Pariser Papyrus eine vorläufige Notiz schon gegeben ist von *J. Saint-Martin* in dem *Journal des Savans* von 1822. *p.* 560. Da, wie wir schon bemerkt haben, jene Schrift viel unleserlicher ist als die unsere, so hat Hr. S. M. sie nur zum Theil lesen können und mit Irrungen, die zu vermeiden uns leicht war. Wir erwähnen nur noch, dafs derselbe aus der Jahreszahl über das Datum der Schrift eine zwiefache Meinung aufstellt, wozwischen er ungewifs bleibt. Die eine davon ist die auf Euergetes II. gehende, welche von ihm im wesentlichen auf dieselbe Art historisch entwickelt worden ist wie von uns; und welche wir allein vorgetragen haben, einer Angabe von Spohn einstweilen vertrauend, über deren Zuverlässigkeit sich hoffentlich bald wird urtheilen lassen.



1.

2.

3.

4.

1. [illegible]
[illegible]
[illegible]

2. [illegible]
[illegible]
[illegible]

3. [illegible]

4. [illegible]



# Vergleichende Zergliederung des Sanskrits und der mit ihm verwandten Sprachen.

## Erste Abhandlung.

### Von den Wurzeln und Pronominen erster und zweiter Person.

Von

H^rn. B O P P.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 24. April 1825.]

In nächstem Grade der Verwandtschaft zu der Sprache, welche wir jetzt als die geheiligte der Indier, unter dem Namen der vollkommenen, *Sanskrita,* kennen, und welche in den Zeiten des höchsten Alterthums eine weite Verbreitung im Orient gehabt haben mag, stehen vor allem die Griechische und Lateinische unter den Sprachen des alten, die Germanischen Mundarten unter denen des neuen Europa's, und unter den Asiatischen Sprachen die Persische. Die Uebereinstimmung dieser Sprachen, und was auffallend ist, am meisten die der genannten Europäischen mit dem Sanskrit, ist so innig, so tief in die feinsten Gewebe der frühesten Sprachentwicklung eingreifend, dafs es beinahe leichter scheint, ihre mannigfaltigen Berührungspunkte aufzudecken, — die bis zu dem minder Wesentlichen, bis zu dem was man für specielle Dialekteigenheit halten möchte, ja oft bis zu den ungeregelten Abweichungen von dem, was die allgemeine Analogie erwarten läfst, sich erstrecken, — als in dem Formen-Vorrath der einzelnen Sprachen vieles unwidersprechlich Eigenthümliche aufzufinden, was sich nicht entweder unmittelbar, oder durch mehr verdecktliegende Mittelglieder dem Gemeingute anreihen liefse. Neben den obengenannten Sprachen gibt es andere, die zwar nicht in so durchgreifendem Verhältnisse zu dem Sanskrit stehen, aber noch gerade

in denjenigen Theilen ihres Baues, die am meisten der Veränderung und Umgestaltung trotzen, und worauf also bei Verwandtschaftsbestimmungen am meisten ankömmt, die unzweideutigsten Beweise ihrer Abstammung aus einerlei Quelle darbieten. Es sind dieses die Lithauische, Lettische und Alt-Preufsische Sprache, und die verschiedenen Slawischen Mundarten. Diese Sprachen theilen nicht nur viele der wesentlichsten Berührungspunkte der erstgenannten mit dem Sanskrit, sondern bieten deren auch solche dar, welche jenen entgehen, und diese besonderen Uebereinstimmungen mögen zum Theil daher kommen, dafs die Völker, welche den nordöstlichsten Theil von Europa bewohnen, in viel späteren Zeiten ihre Asiatischen Ursitze verlassen haben, zu einer Zeit, wo die Asiatische Stammsprache durch Veränderungen und neue Gestaltungen sich mehr dem Zustande genähert hatte, in welchem sie unter dem Namen *Sanskrita* bekannt ist. Das Griechische und Lateinische bieten nicht selten Formen dar, welche gröfseren Anspruch auf die Aufbewahrung der Urgestalt machen können, als die entsprechenden des Sanskrits; welches mitunter aus den Wohllautsgesetzen sich erklären läfst, die in allen Sprachen im Laufe der Jahrhunderte sich ändern, und nothwendigerweise eine veränderte Gestalt der grammatischen Formen veranlassen, von welcher man, ohne diese Berücksichtigung, keine Rechenschaft zu geben vermag. Die Indischen Grammatiker haben die euphonischen Einwirkungen der Endungen und Suffixe auf die Endbuchstaben der Stämme oder Wurzeln, welchen sie sich anschliefsen, so wie die des Anfangsbuchstaben eines Wortes auf den Endbuchstaben des vorhergehenden, genau beobachtet und vollständig entwickelt; allein so weit gingen diese Grammatiker nicht, dafs sie die grammatischen Formen selbst als unter dem Einflusse der Wohllautsregeln erzeugt oder umgestaltet betrachteten. Dieses kommt daher, weil sie sich nicht mit dem Ursprunge der grammatischen Formen befafsten. Es genügte ihnen z. B. zu wissen und anzugeben, dafs *an* die dritte Pluralperson in verschiedenen Zeitformen bezeichne. Woher dieses *an* komme, was es in dieser Gestalt bedeute, darnach fragten sie nicht. Hätten sie darnach gefragt, so lag es wohl in dem Bereiche ihrer Mittel zu ergründen, dafs *an* für *ant* stehe, und zwar in Folge einer in ihrer Sprache zum Gesetze gewordenen Gewohnheit, von zwei Endconsonanten den letzten ab-

zuwerfen, was auch immer seine Bedeutung sei (1). Ich glaube indessen, dafs solche Wohllautsgesetze erst zu einer Zeit ihre volle Kraft gewinnen konnten, als die wahre Bedeutung, oder der Grund der Bedeutung grammatischer Formen nicht mehr ganz lebendig ergriffen wurde. Je weiter die Sprachen von ihrem Ursprunge sich entfernen, desto mehr gewinnt die Liebe zum Wohllaut an Einflufs, weil sie nicht mehr in dem klaren Gefühle der Bedeutung der Sprachelemente einen Damm findet, der ihrem Anstreben sich entgegenstellt, und weil die gleichsam in der Lebensfülle der Sprache wie organisch entsprofsten Aeste und Verzweigungen nach und nach absterben, und zu einer todten Masse geworden, abgelöst werden können, ohne dafs dieser Verlust von dem noch lebenden Körper gefühlt wird.

Das Wohllautsgesetz, von zwei Endconsonanten den letzten abzuwerfen, welches in der Sanskritsprache viel gröfseren Einflufs hat, als man in den bestehenden Grammatiken erfährt, und woraus viele als gesetzlose Willkühr erscheinende Fälle erklärt werden müssen, wird von dem Lateinischen nicht anerkannt, denn es hat *nt* in der dritten Pluralperson, mit dem dieser Person sehr wesentlichen *t* (2). Im Griechischen entspricht zwar die Endung *ον* dem Alt-Indischen *an*, aber durch Veranlassung eines anderen Wohllautsgesetzes; denn das Griechische duldet zwei Consonanten am Ende eines Wortes, insofern der letzte von beiden zu denjenigen gehört, die überhaupt (auch einzeln) am Ende stehen können, welches in Bezug auf das *τ* nicht der Fall ist. Auch die Sanskritsprache duldet, ohne jedoch hierin so weit zu gehen als die Griechische, manche einfache Consonanten selten, andere niemals, am Ende eines Wortes, und hieraus erklären sich wiederum viele grammatische Erscheinungen, die ohne diese Berücksichtigung im Widerspruch mit der

---

(1) Es mufste also in Folge dieses Wohllautsgesetzes von *ant* gerade das wesentlichste Element, nämlich das die Person bezeichnende, wegfallen, und es blieb nur das den Plural von dem Singular unterscheidende *n* übrig.

(2) Mehre der älteren Germanischen Mundarten erkennen dieses Gesetz nur theilweise an, denn in der dritten Pluralperson des Präteritums haben sie allerdings, in Uebereinstimmung mit dem Sanskrit, ein blofses *n*, indem der Personalcharakter fehlt; allein im Praesens Indic. hat das Gothische, *nd*, das Alt- und Mittel-Hochdeutsche, die Urform in dieser Beziehung noch treuer aufbewahrend, *nt*.

allgemeinen Analogie stehen würden. Zu den Consonanten, welche am Ende eines Wortes dem Indischen Ohr keinen angenehmen Eindruck machen, gehört z. B. das *n*; man findet es zwar am Ende, aber, wenn man hierauf achtet, meistens nur da, wo ursprünglich noch ein anderer Consonante darauf folgte, und wo es der Geist des Wohllautes nicht vermochte, zwei Laute zu verdrängen, sich begnügend, dafs ein anderes Gesetz seine Kraft behalte, nämlich dasjenige, welches von zwei Endconsonanten den letzten ausstöfst; so heifst z. B. *ahan* entweder er tödtete, für *ahant*, oder du tödtetest, für *ahans*. Da es aber im Sanskrit sehr früh zum Prinzip geworden zu seyn scheint, den Nominen, welche mit Consonanten enden, im Singular-Nominativ kein Casuszeichen beizufügen, so wird bei denjenigen, welche auf *n* ausgehen, dieser Endlaut im Singular-Nominativ abgeworfen (1). Die Lithauische Sprache bietet in diesem Punkte eine höchst auffallende Uebereinstimmung mit dem Sanskrit dar, denn wenn man in dieser Sprache ebenfalls eine Grundform annähme, zu welcher der Nominativ wie die übrigen Casus als abgeleitet sich verhielte, so müfste z. B. *akmen* (Stein) als eine solche Grundform angesehen werden. Im Sanskrit hat *asman* (mit palatinem *s*, welches gerne in *k* übergeht) (2) dieselbe Bedeutung, und bildet mit Abwerfung des schliefsenden *n* im Singular-Nominativ *asmâ*. Im Lithauischen kommt von *akmen* der Singular-Nominativ *akmu*. In allen übrigen Casus tritt in beiden Sprachen das hier abgeworfene *n* wieder hervor, so lautet im Dual der Nominativ *asmânau* im Sanskrit, und *akmenu* im Lithauischen, im Plural *asmânas* im Sanskrit, und *akmenys* im Lithauischen. Ich brauche hier nicht zu bemerken, dafs auch die Lateinische Sprache die Abwerfung des *n* am Ende der Wör-

---

(1) Im Vocativ, welcher gewöhnlich mit der Grundform identisch ist, hat sich jedoch das *n* nicht verdrängen lassen, auch steht *n* als Casuszeichen im Pluralaccusativ der Masculinen, deren Grundform mit einem kurzen Vocal endet.

(2) Das palatine *s* wird mit einer sanften Aspiration ausgesprochen, und nach bestimmten Wohllautsregeln in *κ* verwandelt, z. B. die Wurzel *Dris* bildet mit *fjámi-drakschjámi*, ich werde sehen, und zeigt hierdurch ihre Verwandschaft mit dem Griechischen δέρκω. Schlegel führt in seiner Indischen Bibl. B. 1. S. 322. noch mehre andere interessante Beispiele an, wo ein sanskritisches palatines *s* im Griechischen durch *κ*, und im Lateinischen durch *c* vertreten wird.

ter liebt, woher sich z. B. *sermo* aus der Grundform *sermon* erklärt. Auch glaube ich behaupten zu dürfen, daſs in den Germanischen Mundarten bei der schwachen Declination die Bildung des Nominativs auf dem Prinzip der im Sanskrit, Lithauischen und Lateinischen herrschenden Neigung zur Abwerfung eines schlieſsenden *n* beruht. Dieses *n* gehört zwar, sammt dem ihm vorhergehenden Vocal, niemals zur eigentlichen Wurzel, es gehört aber zur Grundform des Nomens, und schlieſst dessen Ableitungssuffix, wie z. B. in dem Sanskritischen Worte *rấdschan*, König (Nominat. *rấdschâ*), und in dem Lateinischen *action* (Nom. *actio*), das schlieſsende *n* nicht der Wurzel, sondern dem Ableitungssuffix angehört [1]. Doch möchte ich nicht unbedingt behaupten, daſs diese in

---

(1) Die Masculina und Neutra haben die Unregelmäſsigkeit, daſs der dem *n* vorhergehende Vocal veränderlich ist, so daſs im Gothischen der Genitiv und Dativ Sing. eine andere Grundform als die übrigen Casus darbieten. Das Femininum ist in dieser Beziehung einfacher, von der Grundform *daurón*, z. B. kommt der Nominat. *dauró* und alle obliquen Casus. Sollte man fragen, warum bei der schwachen Declination der Singularnominativ das schlieſsende *n* nicht ertrage, während es doch dem Dativ und Accusativ, ebenfalls am Ende, erhalten bleibt, so glaube ich, daſs der Grund in nichts anderem liege, als daſs diese Casus ursprünglich mit den ihnen zukommenden Endungen versehen waren, die das *n* der Grundform vor seinem Untergang schützten. Der Nominativ aber entbehrte bei den meisten Wörtern auf *n* schon von Anbeginn eines Casuszeichens. Im Sanskrit ermangeln alle mit Consonanten endigende Wörter des den Singularnominativ charakterisirenden *s*, so daſs dieser Casus entweder mit der Grundform identisch ist, oder nur durch Befolgung der Wohllautsgesetze sich von derselben unterscheidet. Im Griechischen, Lateinischen und Gothischen haben zwar auch die in ihrer Grundform mit Consonanten endigenden Wörter ein *s* im Nominativ, allein die auf *n* ausgehenden Wörter folgen der Analogie des Sanskrits, mit der Beschränkung, daſs im Griechischen mit dem Nominativ-Charakter, nicht zugleich das ν abgeworfen wird, und daſs bei den wenigen Wörtern welche das ν abwerfen, das ς des Nominativs beibehalten wird; ferner, daſs im Gothischen viele Wörter auf *n* der starken Declination folgen, und dem Endconsonanten der Grundform das *s* des Nominativs beifügen. Daſs bei der Germanischen schwachen Declination das Neutrum auch im Accusativ des Singulars das schlieſsende *n* abwirft, geschieht ebenfalls im Einklang mit dem Sanskrit, wo der Accusativ des Neutrums kein Casuszeichen hat, und Wörter auf *n* ihren Endbuchstaben, wie im Nominativ, abwerfen; z. B. *náman*, Namen, bildet im Nominativ und Accusativ *náma*. Kann es eine auffallendere Uebereinstimmung geben, als daſs im Gothischen die gleichbedeutende Grundform namôn (ein Neutrum) im Nominativ und Accusativ *namó* bildet? Ich fürchte daher nicht, daſs man es unbegründet finden könne, daſs ich die Germanische, besonders Gothische, schwache Declination, mit den erwähnten Sanskritischen, Lateinischen und Lithauischen Wörtern auf *n* in eine Klasse stelle.

vier Sprachen sich darbietende Uebereinstimmung als Folge von deren Stammverwandschaft anzusehen sei, weil Uebereinstimmungen in Wohllautsgesetzen sich auch in Sprachen zeigen, die sonst in gar keiner Berührung mit einander stehen, sie finden ihren Grund in den Sprachorganen selbst. Wenn aber in den meisten mit dem Sanskrit zusammenhängenden Sprachen die Verwandschaftswörter ganz besonders übereinstimmen und gröfstentheils mit *r* enden, wenn im Sanskrit und Lithauischen nur der Singular-Nominativ mit einem Vocal endet, während in den übrigen Casus ein abgeworfenes *r* wieder hervortritt, so kann ich kaum unterlassen, dieses im Lithauischen für eine aus dem Orient mitgebrachte Eigenthümlichkeit anzusehen. Es heifst z. B. im Sanskrit *duhitâ*, die Tochter, *duhitâras*, die Töchter, im Lithauischen steht ganz analog *dugte* und *dugteres*. *Mâtâ* heifst die Mutter im Sanskrit, *matâras*, die Mütter, im Lithauischen ist analog *mote* das Weib *moteres*, die Weiber. Eben so entspricht das Lithauische *sessu* Schwester, im Plur. *sesseres*, mehr als die gleichbedeutenden Formen im Lateinischen und Germanischen, dem Alt-Indischen *swasâ*, *swasâras*. Es ist indessen wahrscheinlich, dafs die Ermangelung des zur Grundform gehörenden *r*, in dem Indischen Singular-Nominativ, nicht zu dem ältesten Zustande der Sprache gehöre, welchen in dieser Beziehung das Griechische, Lateinische, und die Germanischen Mundarten, getreuer aufbewahrt haben. Wenn aber die erwähnte nähere Zusammenstimmung des Lithauischen und des Sanskrits aus einer gemeinschaftlichen Quelle fliefst, und sich nicht in beiden Sprachen unabhängig von einander erzeugt hat, so folgt daraus, dafs der Lettische Volksstamm zu einer Zeit seinen Asiatischen Wohnsitz verlassen habe, wo die Asiatische Ursprache schon manche Veränderungen erlitten, und dem Zustande näher gekommen war, in welchem sie durch eine, eben so sehr durch Reichthum als durch innere Vortrefflichkeit bewunderungswürdige, Litteratur festgehalten wurde.

Die vergleichende Zergliederung grammatischer Formen,, welche wir hier eröffnen, wird nicht nur das nähere oder entferntere Verhältnifs der obengenannten Sprachen zu dem Sanskrit entwickeln, sondern auch zeigen, in wiefern mehrere unter ihnen neben der allgemeinen Verwandtschaft noch durch ein näheres mehr spezielles Band an einander

geknüpft werden. Hierbei aber soll auf eine gröfsere oder geringere Anzahl gemeinschaftlicher Wörter kein besonderes Gewicht gelegt werden, denn ein Jahrhundert ist oft hinreichend, um die Sprache eines in Cultur noch nicht weit gediehenen Volkes mit Wörtern aus Sprachen angränzender Völker so zu überfüllen, dafs man nur mit Mühe ihr Eigenthümliches aus dem Beigemischten hervorzusuchen vermag. Sehr richtig bemerkt Hr. W. v. Humboldt in seiner gehaltvollen Abhandlung, über das vergleichende Sprachstudium (S. 254.): ,,Die ,,Hauptelemente der Sprache, die Wörter, sind es, die von Nation zu ,,Nation überwandern. Den grammatischen Formen wird diefs schwe-,,rer, da sie, von feinerer, intellektueller Natur, mehr in dem Verstande ,,ihren Sitz haben, als materiell und sich selbst erklärend an den Lau-,,ten haften."

Es liefse sich, aufser den oben erwähnten mit dem Sanskrit zu vergleichenden Sprachen, noch manche andere der gegenwärtigen Untersuchung anreihen, wenn es unsere Absicht wäre, all' diejenigen Sprachen zu umfassen, welche einzelne Spuren der Verwandtschaft mit dem Sanskrit an sich tragen. Es finden sich deren mehrere in der Celtischen Sprachfamilie, und das Finnische und die verwandten Mundarten, so wie das Ungarische und Albanische, bieten ebenfalls, besonders in den Pronominen, den treuesten Aufbewahrern alterthümlicher Formen, überraschende Aehnlichkeiten dar. Unter den Asiatischen Sprachen habe ich auch im Armenischen übereinstimmende Anklänge gefunden, doch beschränken sich dieselben fast einzig auf die Pronominal-Stämme und die Bezeichnung der ersten und zweiten Singularperson des Praesens durch *m* und *s*, wie *guewiem* ich lobe, *guewies* du lobest. Im Plural wird dem Kennzeichen *m* ein aspirirtes *k*, zur Bezeichnung der Mehrheit, beigegeben, daher *guewiemkh* wir loben. Ich behalte mir vor, von diesen Sprachen bei einer anderen Gelegenheit, und aus einem anderen Gesichtspunkte zu handeln, da sie zu dem Zwecke, der hier der vorherrschende ist, — durch Zusammenstellung der Sprachen, die ein sicheres Gepräge gemeinschaftlicher Abkunft tragen dem Ursprung und Entwicklungsgange ihrer übereinstimmenden Formen so viel möglich auf die Spur zu kommen — nicht wesentlich beitragen können.

## Von den Wurzeln.

Da ich die Natur der Wurzeln oder der einfachsten Grundbestandtheile der Wörter, in Bezug auf das Sanskrit, Griechische, Lateinische und Germanische, bei einer anderen Gelegenheit zu zeigen versucht, und Einsylbigkeit als deren wesentlichen Charakter aufgestellt habe, so bleibt hier blofs noch beizufügen übrig, dafs auch die Wurzeln der Lettischen und Slawischen Sprachen einsylbig sind. Diese eine Sylbe mag nun so viel oder so wenig Buchstaben enthalten als möglich, ein einziger Vocal, und ein von zusammengesetzten Consonanten eingeschlossener Vocal, sind die entgegengesetzten Gränzen. Ich habe *i*, gehen, als Beispiel einer Wurzel angeführt, welche blofs aus einem Vocal besteht, eine Wurzel welche im Griechischen und Lateinischen sich wiederfindet, wie sich ergibt, wenn man von *imus*, *ἴμεν* (Dor. *ἴμες*) dem Sanskritischen *imas* entsprechend, die Personal-Endung ablöst. Auch im Alt-Slawischen und Lithauischen findet sich diese Wurzel mit derselben Bedeutung. Im Alt-Slawischen wird aus *i* durch Ansetzung des Suffixes *ti* der Infinitiv *iti* gebildet, welchem das Lithauische *eiti* entspricht, im Präsens *eimi*, ich gehe; denn die Vocalverstärkung, welche im Griechischen, in Analogie mit dem Sanskrit, nur im Singular statt findet, erstreckt sich im Lithauischen über die ganze Wurzel. — Vom Persischen kann nicht so unbeschränkt behauptet werden, dafs alle Wurzeln einsylbig seyen, es finden sich in dieser Sprache nicht wenige primitive Verba, welche sich nur auf mehrsylbige Stämme zurückführen lassen. Diese Erscheinung läfst sich, nach meiner Ansicht, aus verschiedenen Gründen erklären. Der wichtigste ist, dafs die Persische Sprache keine zwei verbundene Consonanten am Anfange eines Wortes duldet; wenn nun eine Wurzel in den verwandten Sprachen mit zwei Consonanten anfängt, so wird sie im Persischen dadurch mehrsylbig, dafs entweder ein Vocal zwischen beide Anfangsconsonanten eingeschoben, oder der Wurzel vorgesetzt wird. Im Sanskrit ist z. B. *Stu* eine Wurzel, welche preisen, rühmen bedeutet, woraus im Persischen, durch Einschiebung eines *u*, *suthu* entsteht, wovon der Infinitiv *suthu-den*, loben, lautet. Der Alt-Indischen Wurzel *dschnâ*, womit das Griechische *γνῶ*, das Lateinische *gnarus* zusammenhängen, entspricht die Persische, als

Imperativ gebräuchliche, Wurzel *schenâs* einsehen (Inf. *schenâch-ten*). Ein Beispiel einer Wurzel welcher im Persischen ein Vocal vorgesetzt wird, ist das vielverbreitete *sthâ* stehen, welches im Persischen *i-sthâ* lautet, wovon der Infinitiv *i-sthâ-den*. Auch ohne die Veranlassung, die Härte eines anfangenden zusammengesetzten Consonanten zu vermeiden, werden den ursprünglich einsylbigen Wurzeln Vocale vorgesetzt, daher lautet die Sanskrit-Wurzel *misr*, mischen, im Persischen *amîs*, (Inf. *amîch-ten*). Diese Wurzel ist allen mit dem Sanskrit verwandten Sprachen gemein, und selbst die Semitischen Sprachen bieten hier eine auffallende Aehnlichkeit dar — im Hebräischen heifst *masach*, und im Arabischen *masadsch*, mischen, und auch das Syrische und Chaldäische nehmen an dieser Wurzel Theil. Ein anderer Grund welcher Mehrsylbigkeit der Wurzeln veranlafst, ist, dafs Buchstaben welche im Sanskrit zu den Ableitungssylben gehören, im Persischen zu der Wurzel gezogen werden; so ist *schunû*, welches als Stamm von *schunû-den*, hören, anzusehen ist, offenbar durch Ausstofsung eines *r* aus *sru* entstanden, welches *nu* zur Ableitungssylbe hat, und im Imperativ *srinu*, höre, in der ersten Pluralperson des Präsens *srinumas*, wir hören, bildet. Auch mögen im Persischen nicht selten Partikeln und Präpositionen, die aber nicht mehr als solche erkannt werden können, mit Wurzeln verwachsen seyn, die hierdurch den Charakter der Mehrsylbigkeit gewonnen haben. Ich glaube dafs man z. B. die Sylben *fer* und *pei* für solche Partikeln ansehen könnte, welche sehr vielen Zeitwörtern vorgesetzt werden. Wenn man aber von *peimu-den*, *peimâj*, die Sylbe *pei* ablöst, so trifft man mit der gleichbedeutenden Indischen Wurzel *mâ*, messen, zusammen. Auch im Sanskrit gibt es einige Zeitwörter, mit deren Wurzeln Präpositionen so verwachsen sind, dafs sie in der Flexion wie Radikalbuchstaben erscheinen, und von den Indischen Grammatikern mit zur Wurzel gerechnet werden. Man erkennt in *sangrâm* und *avadhîr* leicht die Präpositionen *sam* und *ava*; diese Zeitwörter bilden aber im vielförmigen Präteritum *asasangrâmam* und *âvavadhîram*, wodurch die Sprache die beiden Präpositionen gleichsam zur Würde der Radikalbuchstaben erhebt, denn sonst würden die erwähnten Zeitwörter durch die mit dem Augment verbundene Reduplikation *samagagrâmam*, *avâdidhîram* bilden.

Der wahre Charakter der Wurzeln des Sanskrits und der mit ihm verwandten Sprachen zeigt sich am deutlichsten durch Entgegenstellung der Wurzeln des Semitischen Sprachstammes. Diese erfodern drei radikale Consonanten, — so dafs eine so einfache Wurzel wie *i*, gehen, im Hebräischen und in den verwandten Mundarten nicht möglich wäre — und sind zweisylbig, wenn gleich ihre zweisylbige Natur durch Beugung zuweilen versteckt liegt. Da aber ein vertrauter Kenner des Semitischen Sprachstamms die Zweisylbigkeit der Semitischen Wurzeln in Zweifel gezogen, und sie als einsylbig zu beweisen versucht hat (1), so sei es mir hier vergönnt, über diesen Gegenstand meine Ansicht etwas ausführlicher auszusprechen, indem durch diese Erörterungen zugleich die Natur der Sanskrit-Wurzeln tiefer ergründet, und in ihrem vollkommensten Gegensatz zu den Semitischen Wurzeln erscheinen wird. Kosegarten stützt seine Behauptung vorzüglich auf die Chaldäischen und Syrischen Präterita, wie *krab, ktob,* welche allerdings eben so einsylbig scheinen, als die von ihm entgegengestellte Sanskrit-Wurzel *kram* schreiten, die Lateinische *clam* rufen, und die Deutsche klag; ferner auf den Hebräischen Infinitiv, im *status constructus,* und Imperativ, wie *ktol.* Ich glaube dagegen, dafs man nicht als Prinzip aufstellen könne, dafs gerade die kürzeste Form einer Wortfamilie als Wurzel anzusehen sei; es brauchen vielmehr die Wurzeln in der Sprache gar nicht vorzukommen, und kommen in den meisten Sprachen wirklich nicht vor. Die Wurzel wird gefunden, wenn man von einem Worte alles ablöst, was irgend einen grammatischen Nebenbegriff andeutet, wie die Casusendungen des Nomens und das Ableitungssuffix, wodurch es zu einer besonderen Klasse von Nominen gestempelt wird, die Personalendungen der Zeitwörter, und das, was die Tempus- und Modusverhältnisse bezeichnet, und wenn man überhaupt nur das übrig läfst, was alle von einer Quelle ausgehende Wörter mit einander gemein haben. Im Griechischen kommt gar keine Wurzel als Wortform vor, im Lateinischen nur einige abgekürzte Imperative und Adjectivformen, die jedoch nur in Zusammensetzungen vorkommen, wie *ger, fer,* in *armiger, frugi-*

---

(1) S. Kosegarten's Rezension der *Annals of oriental literature,* in der Jenai'schen Litteraturzeitung J. 1821. Sept. S. 595.

*ser.* Im Sanskrit kann jede Wurzel in ähnlichen Zusammensetzungen als Adjectiv gebraucht werden, und dieses ist der einzige Fall, wo eine Sanskrit-Wurzel, ohne fremdartigen Zusatz, ins Leben eintritt. Im Gothischen bietet die sogenannte starke Conjugation in der zweiten Singularperson des Imperativs die reine Wurzel dar; aber um nun wieder zu dem Hebräischen Imperativ zurückzukehren, so kann ich deswegen *ktol* nicht als Wurzel anerkennen, weil diese Form offenbar das Resultat einer grammatischen Operation, die Folge einer Zusammenziehung ist. Man wird dieses leicht zugeben, wenn man auf den wichtigen und auf die ganze Sprachentfaltung höchst einflufsreichen Unterschied achtet, welcher zwischen den Semitischen verbundenen Consonanten, (wie in dem Hebräischen Imperativ *ktol*, in dem Chaldäischen Präteritum *ktal*), und denjenigen statt findet, womit im Sanskrit und den verwandten Sprachen eine Wurzel anfängt oder endet. In der Sanskrit-Wurzel *kram* schreiten, in der Lateinischen *clam* rufen, in dem Griechischen τρεπ wenden, bilden, wie in allen ähnlichen Wurzeln, die beiden verbundenen Consonanten gewissermafsen eine grammatische Einheit; sie sind wie von Natur zusammengewachsen, und können durch keine grammatische Umbiegung getrennt werden, — so dafs etwa aus *kram, karam, koram* oder etwas ähnliches werden könnte — sie werden vielmehr ganz wie einfache, untheilbare Elemente behandelt. Wenn aus *kram* die Formen *karam, koram* und ähnliche kommen könnten, so würden nach meiner Meinung die Indischen Grammatiker Unrecht haben es als Wurzel aufzustellen; es würde da, wo es als Wortform vorkäme, für eine Zusammenziehung gelten müssen; es wäre ein gebogenes Wort, denn Beugung besteht nicht blofs in Erweiterung, sondern auch in Zusammenziehung eines gegebenen Sprachelements. — Ganz anders verhält es sich mit zwei verbundenen Consonanten der Semitischen Sprachen; es gibt eigentlich in diesem Sprachstamme keine radikale Verbindungen von Consonanten, wohl aber gehört zu dem Umfange seiner organischen Flexionen die Fähigkeit, zwei durch Vocale geschiedene Consonanten durch Schnelligkeit der Aussprache zu vereinen. Durch eine solche grammatische Operation entsteht der Imperativ *ktol*. Dafs aber *k* und *t* nicht von Natur verbunden sind, und wie *kr* in der Sanskrit-Wurzel

*kram* gleichsam eine Einheit darstellen, sieht man aus den meisten Wortformen welche mit *ktol* einerlei Stammes sind. Die zweite Singularperson des Imperativs ist gröfstentheils identisch mit dem Infinitiv im *status constructus*, dieser aber ist blofs die Verkürzung des *status absolutus;* aus *katol* wird *ktol*, weil das regierende Wort und das regierte im Hebräischen in so inniger Verbindung stehen, dafs sie gleichsam eine Art von Compositum zusammen bilden; man eilt daher so schnell als möglich von dem ersten zum letzten, denn blofs durch diese Eile wird das grammatische Verhältnifs, in welchem beide Wörter zu einander stehen, ausgedrückt. Weil es aber auch in der Natur der Sache liegt, dafs man bei einem Befehle seinen Willen so schnell als möglich ausdrückt, so erklärt es sich hieraus, warum der Imperativ in Sprachen, deren Wurzeln eine Verkürzung zulassen, von derselben Gebrauch macht, und warum in Sprachen, wo eine Verkürzung oder Sylbenverminderung der Wurzel unmöglich ist, nicht selten die unveränderte Wurzel, ohne Beifügung eines Personalcharakters, als zweite Singularperson des Imperativs steht. Im Syrischen und Chaldäischen findet zwar eine Verbindung des ersten und zweiten Radikalconsonanten auch in der dritten Singularperson masc. des Präteritums statt, allein es läfst sich hiermit eben so wenig die Einsylbigkeit der Wurzel beweisen, weil diese Zusammenziehung nicht auf alle abgeleitete Wortformen sich erstreckt, weshalb das Chaldäische und Syrische *ktal* nicht mit der Indischen Wurzel *kram* verglichen werden kann.

Wenn man berechtigt wäre zu behaupten, dafs der erste Vocal von *katal* nicht zur Wurzel gehöre, weil man in allen Semitischen Mundarten, bei gewissen Wortformen, so schnell darüber hinauseilt, dafs er keine Sylbe bildet, so könnte man mit gleichem Rechte sagen, dafs der zweite Vocal nicht zur Wurzel gehöre, indem er nicht minder häufig ausgestofsen wird. Es kommt z. B. von dem Hebräischen Partizip *kotel* tödtend, das Femininum *kotlah* durch Ausstofsung des zweiten Vocals, während *ktulah*, aus *katul* getödtet, durch Ausstofsung des ersten kömmt. Auf welche Zusammenziehung soll man nun ein gröfseres Gewicht legen, um aus den Partizipien die Einsylbigkeit der Hebräischen Wurzeln zu beweisen? Oder müfste man nicht, um konsequent zu seyn,

auf beide Verkürzungen ein gleiches Gewicht legen, woraus hervorgehen würde, dafs eine Hebräische Wurzel gar keine Sylbe bilde ([1]).

Ich möchte jedoch keineswegs behaupten, dafs in den Semitischen Sprachen die dritte Singularperson masc. des Präteritums, z. B. *katal* im Hebräischen, als die Wurzel anzusehen sei, denn *kotel, katul,* und jede andere Wortform, welche weder am Anfange noch am Ende der Wurzel etwas beifügt, noch im Innern eine nicht-radikale Einschiebung hat, aber auch keinen Wurzelvocal verschluckt, hat ein gleiches Recht für die Wurzel zu gelten, insofern man nämlich eine in der Sprache bestehende Wortform, und nicht, wie die Indischen Grammatiker gethan haben, ein reines Abstractum als Wurzel aufstellen will ([2]). Man könnte sagen, dafs die Semitischen Wurzeln eigentlich keine Stammvocale haben, und hierdurch in einem entschiedenen Gegensatze zu den Sanskrit-Wurzeln stehen. In dieser Sprache trägt nämlich der Vocal sehr wesentlich zur Bestimmung der Grundbedeutung bei, und wenn man ihn mit einem andern als nahe verwandten vertauscht, so entsteht

---

(1) Während der Hebräische Infinitiv im *status constructus* den ersten Vocal der Wurzel ausstöfst, gelangt der Arabische auf dem entgegengesetzten Wege zur Einsylbigkeit, indem nämlich der Vocal des zweiten Consonanten der Wurzel ausgestofsen wird; man vergleiche das Hebräische *ktol* mit dem Arabischen *katl-un.* Es kann hieraus eben so wenig die Einsylbigkeit der Wurzel bewiesen werden, da in anderen Wortformen der zweite Wurzelvocal, im Arabischen, seine Rechte zur Genüge geltend zu machen weis, und im Allgemeinen viel seltener als im Hebräischen sich verdrängen läfst. Man vergleiche z. B. das Arabische *katalat* sie tödtete, mit *katlah, katalu*, sie tödteten, mit *katlu.*

(2) Die Indischen Grammatiker sind offenbar durch Abstraction zu dem Begriffe ihrer Wurzeln gelangt. Denn wenn gleich, wie bereits bemerkt worden, eine jede Sanskritische Wurzel, nach Analogie der Lateinischen Adjective *fer* und *ger,* in Zusammensetzungen vorkommen kann, so sind doch nur wenige Wurzeln auf diese Weise in gewöhnlichem Gebrauche. Wem sind z. B. die Wurzeln *ad,* essen, *as* und *bhû*, seyn, *ás,* sitzen, *swap,* schlafen u. s. w. jemals in Zusammensetzungen der erwähnten Art vorgekommen? Auch sind die Endbuchstaben der Wurzeln, wenn sie ohne Anfügung eines Suffixes als Wortformen gebraucht werden, den Wohllautsregeln unterworfen, worauf aber bei der Aufstellung der Wurzeln die Indischen Grammatiker keine Rücksicht genommen haben; z. B. *dah* wird als Wurzel gegeben, welche brennen bedeutet (δαίω) denn obwohl der Consonante *h,* den man nicht mit dem *spiritus finalis* verwechseln darf, im Sanskrit niemals am Ende eines Wortes stehen kann, so ergibt sich doch *dah* leicht als Wurzelsylbe von *dahati* er brennt.

eine ganz andere Wurzel, aufser allem Zusammenhang der Bedeutung. Es drückt z. B. die Wurzel *Tup* die Begriffe: beleidigen, verwunden, tödten aus, und der Stammvocal *u* kann nur in *ó* und *au* übergehen, aber durch dessen Veränderung in *i* oder *a* entstehen neue Wurzeln von ganz verschiedener Bedeutung; *tip* heifst nämlich besprengen, und *tap* brennen. In den Semitischen Sprachen ist es anders, ein jeder Vocal kann in jeden verwandelt werden, und die Vocale gehören in diesem Sprachstamme mehr der Bestimmung grammatischer Nebenbegriffe als der Festsetzung der Grundbedeutung an. Aus dem Hebräischen *katal* kann durch keine Vocalveränderung ein Wort gebildet werden, welches nicht mit dem Begriffe tödten zusammenhinge, und es gehören in den Semitischen Sprachen von einer Anzahl von Wörtern, ohne Rücksicht auf die Vocale, alle diejenigen zu einer Wurzel, welche dieselben Consonanten in derselben Ordnung aufweisen. Eine Semitische Wurzel ist, in Bezug auf die Vocale, so unbestimmt, dafs sie eher gedacht als ausgesprochen werden kann; dafs sie aber als zweisylbig gedacht werden müsse, erhellt daraus, dafs von ihr, ohne fremdartigen Zusatz, und ohne Wiederholung der Radikalbestandtheile, zweisylbige Wortformen ausgehen [1].

Wenn aus dem Gesagten hervorgeht, dafs man von gewissen einsylbigen Wortformen des Semitischen Sprachstamms nicht auf die Einsylbigkeit der Wurzeln schliefsen dürfe, weil man hierbei die Zusammenziehung, deren Resultat sie sind, übersehen würde, so möchte ich doch dem entgegengesetzten Verfahren derjenigen nicht beistimmen, welche im Griechischen alle zusammengesetzte Consonanten aus Zusammenziehungen oder auf andere Weise zu erklären suchen, und nirgends zwei verbundene Consonanten als Urbestandtheil einer Wurzel gelten lassen. Es mag seyn, dafs, wenn wir uns in die Zeit der frühesten Sprachentwickelung versetzen könnten, wir keine zusammengesetzte Consonanten finden würden; allein in dem Zustande der Ausbildung, in

---

(1) Dafs dem Zustande worin wir die Semitischen Sprachen kennen, ein älterer vorausgehen konnte, in welchem das Gesetz der Zweisylbigkeit noch nicht ausgebildet war, soll hier keinesweges bestritten werden, und mit dem was Gesenius in seinem ausführlichen Lehrgebäude S. 183, 184. sagt, bin ich vollkommen einverstanden.

welchem sich uns das Sanskrit, Griechische und andere verwandte Sprachen zeigen, läfst sich der Grund, aus welchem verbundene Consonanten in den Wurzeln gleichsam eine grammatische Einheit vertreten, nicht mehr erkennen, und sie lassen sich von den Grundbestandtheilen der Wurzeln nicht ausschliefsen, wenn man nicht zu ganz willkührlichen und gezwungenen Erklärungen seine Zuflucht nehmen will. Wenig Befriedigendes gewährt z. B. Lennep's Erklärung von *στάω* aus *τάω* durch ein vorgesetztes *σ*; *τάω*, welches nichts erklären würde, soll nämlich einerlei seyn mit *τέω*, welches das Primitivum von *τείνω* seyn soll, um so auf langem Wege von dem Begriffe des Streckens zu dem des Stehens zu gelangen. Da aber das Griechische *στάω* mit der Alt-Indischen gleichbedeutenden Wurzel *sthâ* zusammentrifft, eine Wurzel, welche sich in den meisten, wo nicht in allen verwandten Sprachen, erhalten hat, so folgt daraus, wenn man dieses Zusammentreffen nicht für ein Spiel des Zufalls ansehen will, dafs die Vereinigung des *σ* und *τ* in *στάω*, *ἵστημι* sehr alt, ja älter als die Griechische Sprache sei, denn sie bestand in einer Zeit, wo man noch nicht Sanskrit, Griechisch, Lateinisch u. s. w. unterschied. Eben so verhält es sich mit manchen andern, der Griechischen mit der Sanskritsprache gemeinschaftlichen Wurzeln, die man gleichsam aus ihren Fugen reifsen müfste, wenn man den Griechischen Primitiven keine zur Einheit verbundene Consonanten zuerkennen will. Lennep erklärt *τέρπω* aus *τέρω*, *ἕρπω* aus *ἐρέω*; die Indischen Grammatiker stellen richtiger *trip* erfreuen und *srip* sich bewegen als einfache untheilbare Wurzelsylben auf, welche in der Flexion in *tarp* und *sarp* übergehen, z. B. *tarpati* er erfreut, *sarpati* er bewegt sich.

Valckenaer theilt die Griechischen primitiven Zeitwörter in *biliterae, triliterae* und *quadriliterae* ein, und alle Verba, welche in der ersten Singularperson des Präsens mehr als vier Buchstaben enthalten, so wie die mit Vocalen anfangenden *quadriliterae*, werden von ihm aus der Zahl der Primitive ausgeschlossen. Es müfsten also nach dieser unerwiesenen Theorie Zeitwörter wie *τρέπω*, *φλέγω*, *τέρπω*, *ἕρπω*, *ἔλπω*, wenn auch verbundene Consonanten als Radikaltheile primitiver Zeitwörter zugelassen würden, schon deswegen als abgeleitet gelten, weil sie mehr als vier Buchstaben, oder unter vier Buchstaben einen Anfangsvocal haben. Doch ist auch Valckenaer kein Freund von verbundenen Consonanten,

die er auch in *quadriliteris*, wie πλάω, πλέω, πλόω, für Zusammenziehungen erklärt. Es mag seyn, dafs πλάω wirklich aus πελάω entstanden sei, denn die Bedeutungen beider Zeitwörter sprechen für diese Ableitung, es folgt aber daraus nicht, dafs auch πλέω und πλόω die Sylbe πέλ zur Wurzel haben. Warum sollte es nicht im Griechischen eine Wurzel geben können, die mit πλ anfange und ε oder ο zum radikalen Endvocal habe? Im Sanskrit ist *Plu* eine Wurzelsylbe, welche Bewegung, besonders auf dem Wasser, wie schwimmen, fliefsen, ausdrückt; mit *plu* hängt die Lateinische Wurzel *flu (fluo, flumen)*, das Deutsche fliefsen, und offenbar auch das Griechische πλέω und πλόω zusammen, als deren Wurzeln man πλέ und πλό ansehen mufs. Wenigstens erhellt aus der erwähnten Uebereinstimmung mit dem Sanskrit, dafs die Vereinigung der Buchstaben π und λ eben so alt sei als die von σ und τ in der Wurzel στα, und dafs, wenn πλέω und πλόω durch Zusammenziehung entstanden sind, dieses keine Griechische Zusammenziehung sei. Eine Nothwendigkeit πλέω und πλόω für Abkömmlinge von πέλω zu erklären, würde aber nur dann bestehen, wenn es erwiesen wäre, dafs die Sprachfamilie die uns hier beschäftigt, mit der Semitischen die Eigenheit theilte, dafs es bei einer Wurzel einzig auf die Reihefolge der Consonanten ankäme, und dafs die Vocale eine gleich untergeordnete Rolle spielten. Ich habe bereits das Gegentheil zu begründen versucht, durch die Erscheinung, dafs es im Sanskrit Wortstämme gibt, die mit gleichen Consonanten anfangend, mit gleichen endend, wegen der Verschiedenheit des Stammvocals als verschiedene von einander unabhängige Wurzeln bestehen, die in der Bedeutung keine Berührung haben. Nun bleibt mir noch übrig, einige Beispiele Alt-Indischer Wurzeln anzuführen, welche wie πέλω und πλέω im Griechischen, bei gleichen Stammconsonanten, und gleichem Stammvocal, durch die Bedeutung gänzlich geschieden sind, weil der Stammvocal der einen von den zwei Stammconsonanten eingeschlossen ist, während der der anderen am Ende steht, und zwei zur Einheit verbundene Consonanten vor sich hat. So heifst *sur* glänzen und *sru* fliefsen, *pul* heifst grofs werden und *plu* schwimmen, *dhur* heifst tödten und *dhru* fest stehen. Vielleicht würde sich bei ähnlichen Fällen hier und da noch eine entfernte Berührung der Bedeutung auffinden lassen, allein wenn man auf zu entfernte Beziehungen ein Ge-

wicht legt, welche Wörter wären dann nicht verwandt? So lange zwei Wörter nicht ganz das Gegentheil von einander ausdrücken, müssen ihre Bedeutungen irgend einen Berührungspunkt darbieten; es ist sogar nicht selten der Fall, daſs ein Wort seine ursprüngliche Bedeutung mit der entgegengesetzten vertauscht.

## Von den Pronominen.

Die Pronomina spielen eine so wichtige Rolle in der Formenlehre, sie haben einen so groſsen Einfluſs auf die grammatische Gestaltung anderer Redetheile, daſs es zweckmäſsig ist, in der vergleichenden Zergliederung, die uns hier beschäftigt, von einer näheren Betrachtung derselben auszugehen. Nicht nur auf die Personalbestimmungen der Zeitwörter, sondern, aller Wahrscheinlichkeit nach, auch auf die Verhältniſsformen des Nomens, äuſsern die Radikaltheile der Pronomina ihren Einfluſs, und es verdankt ihnen ein groſser Theil der Conjunctionen seinen Ursprung, so wenig auch bei dem ersten Blicke die Bedeutung derselben zu dieser Vermuthung Anlaſs geben mag.

Die Indischen Grammatiker sind mit den Europäischen Etymologen in einerlei Fehler verfallen, wenn sie die Pronomina von denselben Wurzeln ableiten, woraus Verba und andere Redetheile entspringen. Wenn sie z. B. das Interrogativ, welches *k* zum radikalen Consonanten hat, von der Wurzel *kai* tönen ableiten, so findet man hierbei eben so wenig Befriedigung, als wenn man bei Lennep ἐγώ ich aus einem Verbum ἔγω, für ἄγω, ich thue, mit Zuversicht abgeleitet sieht. Das Zusammentreffen des Lautes scheint zu solchen Ableitungen die einzige Veranlassung gegeben zu haben, und die Bedeutung wenig berücksichtigt zu seyn. Den Benennungsgrund der Pronomina aufzudecken ist nach meiner Ueberzeugung nicht mehr möglich; wir müssen uns damit begnügen ihrer ältesten Form nachzuforschen, und ihre Radikaltheile zu erkennen, ohne auf deren Zusammentreffen mit den Urelementen anderer Redetheile ein Gewicht zu legen. — Was die Beugung anbelangt, so weichen die Pronomina, in der Sanskritsprache wie in allen mit ihr

verwandten, von dem allgemeinen Declinationstypus in mehrfacher Beziehung ab, welches wohl hauptsächlich daher kommen mag, dafs sie treuer als andere Wörter die ältesten Formen der Sprache aufbewahren, weshalb auch verwandte Sprachen gewöhnlich in den Pronominen die meisten und auffallendsten Uebereinstimmungen darbieten. So haben im Englischen nur die Pronomina noch Spuren von Declination aufbewahrt, und sich hierdurch in näherem Zusammenhang mit dem Deutschen und den älteren Germanischen Mundarten erhalten; in den Semitischen Sprachen weisen die Pronomina auf einen Urzustand der Sprache hin, in welchem sich das Gesetz der drei radikalen Consonanten, oder der Zweisylbigkeit der Wurzeln, noch nicht ausgebildet hatte; wenigstens haben die Pronomina sich diesem Gesetze nicht unterworfen.

Wir betrachten zuerst die Pronomina erster und zweiter Person; diese stimmen im Sanskrit in ihrer Declination eben so sehr unter sich überein, als sie von denen der dritten Person abweichen. Sie haben beide die merkwürdige Eigenheit, welche auch die verwandten Sprachen theilen, dafs der Singular mit dem Dual und Plural in keinem grammatischen Zusammenhange steht, d. h. zu keinem mit diesen gemeinschaftlichen Stamme zurückgeführt werden kann. Diese Stammverschiedenheit zwischen Singular und Plural (an welchen sich auch der Dual anschliefst) hat bei dem Pronomen der ersten Person seinen philosophischen Grund. Man kann ja nicht mit vollem Rechte sagen, dafs wir, selbst dem Sinne nach, der Plural von ich sei, denn ich kann weder einen Dual noch einen Plural haben; es gibt nur ein einziges ich im Universum. Das Wort *leones* bezeichnet eine Mehrheit von Individuen, deren ein jedes in dem Gesichtspunkte des Sprechenden, oder in seinem Verhältnifs zu ihm, ein Löwe ist, aber *nos* bezeichnet nicht eine Mehrheit von Individuen, deren jedes in seiner Beziehung zu dem Sprechenden ein ich ist. Unter dem wir ist zwar meine Ichheit mitbegriffen, aber nur insofern kann wir grammatisch der Plural von ich seyn, als ich mich selbst als den wesentlichsten Theil des wir betrachte, oder als ich, indem ich wir sage, mehr von der Idee meiner eignen Persönlichkeit, als von der eines Gegenstandes aufser mir durchdrungen bin. Es ist daher noch ein Grund vorhanden, warum in Sprachen wir der grammatische Plural von ich

seyn könne, und auch im Sanskrit ist dieses bei den Zeitwörtern der Fall, wo Singular und Plural *m* zum Personalcharakter haben. Der Dual hingegen hat *w*.

Das Pronomen der ersten Person läfst in seiner Declination vier verschiedene Stämme unterscheiden (nebst einer Nebenform vom Stamme *na*), indem die Nominative des Singulars und Plurals eben so wenig unter sich, als mit den obliquen Casus ihrer respektiven Zahl zusammenhängen; das Pronomen zweiter Person hat deren nur zwei (nebst einer Nebenform vom Stamme *wa*). Der Singular-Nominativ der beiden Pronominen lautet im Sanskrit *aham* und *twam*, von welchen, nach Ablösung der gemeinschaftlichen Endung *am*, *ah* und *tu* als Stämme übrig bleiben. Der Stamm *tu* findet sich im Lateinischen, Lithauischen, Lettischen, Alt-Preufsischen und Persischen, ohne Beifügung irgend einer Endung, im Nominativ wieder. Im Gothischen hat blos das *t* eine Aspiration angenommen, und im Alt-Slawischen steht *ty* für *tu*. Im Griechischen ist *t* in σ übergegangen. Scheidius hält das blofse υ für den Stamm, und erklärt das σ aus einem beigefügten *spiritus asper*. Durch diese Voraussetzung bringt er den Singular in nähere Verbindung mit dem Plural ὑμεῖς. Allein gegen diese Erklärung erhebt sich die Stimme des Sanskrits und aller verwandten Sprachen, welche dafür sprechen, dafs τύ die ursprüngliche Form sei, und dafs die Form σύ auf eine im Griechischen sehr gewöhnliche Veränderung von τ in σ sich gründe; τύ aber kann meines Erachtens nur insofern als stammverwandt mit ὑμεῖς angesehen werden, als man annimmt, dafs der Pronominalstamm *tu* sich schon in den ältesten Zeiten im Plural in *ju* erweicht habe, eine Form, in welcher das Sanskrit mit mehreren der verwandten Europäischen Sprachen zusammentrifft, und dafs das *j* von *ju* im Griechischen verloren gegangen oder in den *spiritus asper* sich verändert habe. Der Stamm *ah*, von *aham* ich, findet sich mit der Verwandlung von *h* in *k* (eine Veränderung die auch im Sanskrit sehr gewöhnlich ist) in dem Gothischen *ik*; das Alt-Hochdeutsche hat das *h* unverändert gelassen, und lautet *ih*. Im Lettischen steht *es*, im Alt-Preufsischen *as*, deren schliefsendes *s* der Charakter des Nominativs seyn könnte, denn *s* bezeichnet in diesen Sprachen den Nominativ; es darf aber die Verwandtschaft zwischen *s* und *h* nicht übersehen werden. Im Lithauischen ist

*h* in *fz* übergegangen, daher *afz* ([1]). Im Alt-Slawischen steht *az* im Nominativ, der hier, wie in den bisher erwähnten Sprachen, nicht den geringsten Zusammenhang mit den obliquen Casus darbietet.

Im Sanskrit lassen sich *ma* und *mé* als abwechselnde Stammsylben der obliquen Casus des Singulars annehmen, und alle verwandte Sprachen, Griechisch, Lateinisch, die Germanischen, Lettischen und Slawischen Sprachen, bieten, in Uebereinstimmung mit dem Sanskrit, *m* als den radikalen Consonanten in allen obliquen Singularendungen dar. Im Persischen steht dieser Stamm schon im Nominativ, welcher *men* lautet, und am nächsten mit dem Sanskritischen Accusativ *mâm* zusammentrifft. Das Pronomen zweiter Person lautet im Accusativ *twâm*, welches aus *tu-âm* zu erklären ist. Der Accusativcharakter *m* kann jedoch bei diesen beiden Pronominen auch abgeworfen werden, wodurch eine nähere Uebereinstimmung mit dem Griechischen und Lateinischen hervorgebracht wird, wo diese Pronomina, im Singular, stets des eigentlichen Accusativcharakters entbehren. Am nächsten hängt jedoch mit *mâ* und *twâ* das Alt-Slawische *mja* und *tja* zusammen (*ja* ist nur ein einziger Vocal). In den übrigen obliquen Casus liegen, im Alt-Slawischen, *men* und *teb* als Stammsylben zum Grunde; ersteres, welches im Dativ und Locativ in *mn* zusammengezogen wird, erinnert an den Persischen Nominativ *men*. Das *b* von *teb* hängt offenbar mit dem alten Stammvocal *u* zusammen, der im Sanskrit nach bestimmten Wohllautsregeln in *w* übergeht, welches in den Slawischen Dialekten sich in *b* erhärtet hat, wie dieses durch die Betrachtung des Reflexivpronomens der dritten Person noch mehr sich bestätigen wird. Der Locativ lautet im Alt-Slawischen *tob-oju*, welches aller Wahrscheinlichkeit nach aus *teb-oju* durch den Einflufs des Vocals der Endung auf den der Stammsylbe entstanden, vermittelst einer Assi-

---

(1) Jakob Grimm gibt in seiner deutschen Grammatik (zweite Aufl. S. 71.) mehrere Beispiele wo auch am Anfange der Wörter das Lithauische ein *fz* an der Stelle eines deutschen *h* hat. In zwei der von ihm angeführten Beispiele entspricht das Lithauische *fz* einem Sanskritischen palatinen *s*, welches, wie schon früher bemerkt worden, gerne in *k* übergeht; nämlich *fzu* (Gen. *fzuns*), Hund, lautet im Sanskrit *swá* (Gen. *sunas*), und *fzimtas*, hundert, lautet *sata* (Nom. *satam*). Eine überraschende Aehnlichkeit dieser Art findet sich noch zwischen dem Lithauischen *fzakà*, ein Ast, und dem Sanskritischen gleichbedeutenden *sákhá*. Dagegen hat in dem Worte Herz, Lithauisch *fzirdis*, auch das Sanskrit ein *h*, nämlich *hrid*.

milation, wie sie im Alt-Hochdeutschen vorkommt, obwohl in dieser Sprache der Vocal einer Endung nur den Vocal eines vorhergehenden Ableitungssuffixes, und nicht den der Stammsylbe sich assimiliren kann (1). Im Polnischen zeigt sich jedoch, durch eine spätere Entartung, der Vocal *o* an der Stammsylbe, auch ohne die hier vermuthete Veranlassung. Mit dem Slawischen steht das Lithauische und Lettische, in Betreff der Pronominaldeclination, in nächster Verbindung; beide Sprachen geben in der ersten Person *man* als Stammsylbe der obliquen Casus, und in der zweiten Person erweitert sich der Urstamm *tu*, im Lithauischen in *taw*, und im Lettischen in *tew*. Was die Germanischen Sprachen anbelangt, so mufs besonders das *k* oder *h* unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen, welches im Singular-Accusativ den Stämmen der ersten und zweiten Person, so wie dem Reflexiv der dritten Person, sich anschliefst. Dieses *k* oder *h* findet sich, in dem entsprechenden Casus, weder im Sanskrit noch in irgend einer anderen der verwandten Sprachen, und ich sehe daher keine genügende Veranlassung mit Rask anzunehmen, dafs das Gothische und Isländische *mik* älter sei als das Griechische μέ oder ἐμέ, und dafs die letzteren Formen sich dadurch erklären liefsen, dafs die Griechen γ oder χ am Ende eines Wortes nicht aussprechen konnten. Stünde das *k* oder *h* bei den Germanischen Sprachen nur im Accusativ des Pronomens erster Person, so möchte ich in dem Gothischen *mik*, in dem Alt-Hochdeutschen *mih*, lieber die Vereinigung von zwei gleichbedeutenden Pronominalstämmen erkennen, nämlich des Nominativstammes *ik*, *ih*, und des Stammes der obliquen Casus, welcher *m* zum radikalen Consonanten hat (2). Da aber das *k* oder *h* auch bei den beiden anderen geschlechtlosen Pronominen sich vorfindet, so wird es zweckmäfsiger seyn, an das Lateinische *hic*, *huic*, *hunc* u. s. w. zu erinnern, wo ein unwesentliches *c* den charakteristischen Casusendungen sich angeschlossen hat; ein solcher ursprünglich bedeutungsloser Buchstabe konnte später den Charakter eines Casuszeichens annehmen.

---

(1) Grimm's Deutsche Grammatik, zweite Aufl. S. 115-118.

(2) Bei dem Pronomen der dritten Person ist die Vereinigung von zwei verschiedenen Stämmen, im Sanskrit wie in den verwandten Sprachen, zu einem gemeinschaftlichen Ganzen, nichts ungewöhnliches.

In dem Dativ bietet die Sanskritsprache eine höchst auffallende Uebereinstimmung mit dem Lateinischen dar, und liefert die Formen *ma-hjam* mir, *tu-bhjam* dir. *Am* erscheint im Sanskrit bei den Pronominen sehr häufig als eine Art bedeutungsloser Nachschlagsylbe, und *i* wird vor heterogenen Vocalen in der Regel in *j* verwandelt; es läfst sich daher *ma-hjam, tu-bhjam* in *ma-hi-am, tu-bhi-am* auflösen, womit das Lateinische *mihi* und *tibi* beinahe identisch ist. Man braucht also diese Lateinischen Formen nicht mit Scheidius auf eine sehr gezwungene Weise aus *μοί* und *τοί* zu erklären, und in *tibi* ein eingeschlichenes *Digamma Aeolicum* zu erkennen. Die Endung *bhjam* ist zwar im Sanskrit, im Sing. auf das einzige *tu-bhjam* beschränkt, hängt aber auf das innigste mit den gewöhnlichen Pluralendungen des Dativ-Ablativs und Instrumentalis, *bjas (bhi-as)* und *bhis*, und mit der dualen, dem Dativ, Ablativ und Instrumentalis gemeinschaftlichen Endung *bhjâm* zusammen, so dafs *bhjam, bhjas, bhis* und *bhjâm* als Spröfslinge einer und derselben Wurzel angesehen werden können. Ganz anders verhält es sich mit der Endung *hjam* in *mahjam*, mir; sie steht ganz isolirt, und es wird dadurch wahrscheinlich, dafs sie eine Verstümmelung ihrer primitiven Form erlitten habe. Sollte etwa *hjam* aus *bhjam* entstanden seyn, so dafs von dem aspirirten *b* nur die Aspiration übrig gelassen worden, auf eine ähnliche Weise wie die Wurzel *dhâ* durch eine unregelmäfsige Bildung das Participium *hita* hervorbringt, und wie das Lateinische *humus* wahrscheinlich einerlei Ursprungs ist mit dem Sanskritischen *bhûmi* Erde, und wie das Lateinische *f*, welches so häufig die Stelle des Sanskritischen *bh* vertritt, im Spanischen in *h* übergeht? — Die Aehnlichkeit des Alt-Preufsischen Dativs *tebbei* oder *tebbe* dir, mit *tubhjam* und *tibi*, ist mehr zufällig als auf gemeinsamen Ursprung gegründet, denn es ist einleuchtend, dafs hier blos *ei* oder *e* als Endung zu betrachten sei, indem *tebb* zu dem Alt-Slawischen Stamme *teb* und dem Lettischen *tew* sich verhält, wie *menn*, von *menn-ei* mir, zu dem oben erwähnten *men* und *man*.

Der Instrumentalis hat im Sanskrit *â* zur charakteristischen Endung, und der Locativ hat das Kennzeichen des Griechischen, Lateinischen und Alt-Nordischen Dativs, nämlich *i*. Aus dem oben erwähnten Stamme *mê* und dem aus *tu* in *twê* erweiterten Stamme der zweiten

Person, kommt daher, mit Befolgung einer Wohllautsregel, welche vor Vocalen die Verwandlung des *ê* in *aj* erfordert (denn *ê* gilt im Sanskrit als eine Zusammenziehung von *a* und *i*), *majâ* für *mê-â*, durch mich, *twajâ* für *twê-â*, durch dich; *maji* für *mê-i*, in mir, *twaji* für *twê-i*, in dir. *Maji*, *twaji* lassen sich, in Betreff der Endung, mit den Griechischen Dativen *μοί* und *τοί* vergleichen. Für den Ablativ und Genitiv des Singulars hat das Sanskrit, in der Regel, das gemeinschaftliche Kennzeichen *s*. Nur die Wörter auf *a* und die Pronomina unterscheiden beide Casus, und geben dem Ablativ die Endung *at*, daher *m-at* von mir, *tw-at* von dir. Für den Genitiv haben die Pronomina erster und zweiter Person eine Endung, welche sonst bei diesem Casus niemals vorkommt, nämlich *a*; hierbei aber hat der Stamm der ersten Person eine Art von Reduplication, und bildet *mam-a*, der Stamm *tu* erweitert sich in *taw*, und wird dadurch dem obliquen Stamme des Lithauischen ganz identisch; man vergleiche *taw-a* mit *taw-es*. In der Endung steht jedoch das Gothische, wo nicht das Alt-Slawische, dem Sanskrit am nächsten, denn im Gothischen muſs in der zweiten Person und bei dem geschlechtlosen Pronomen der dritten Person das dem *a* vorhergehende *n* befremden. Die Vergleichung von *meina*, *theina*, *seina* mit dem Sanskritischen *mam-a*, *taw-a* und mit dem Alt-Slawischen *men-e*, *teb-e*, *seb-e*, führt zu der Vermuthung, daſs im Gothischen die Analogie der ersten Person auf die zweite und dritte eingewirkt, und diesen das nur der ersten Person zukommende *n* mitgetheilt habe. In dieser Vermuthung wird man durch die Vergleichung der entsprechenden Lithauischen und Lettischen Formen noch mehr bestärkt. Was den Ausgang *a* anbelangt, so ist er im Gothischen, zur Bezeichnung des Genitivs, eben so selten als im Sanskrit, und zwar ebenfalls nur auf die geschlechtlosen Pronomina beschränkt. Für den Genitiv und Dativ der beiden Personen hat die Sanskritsprache noch die Nebenformen *mé* und *té*, welches man für ungebeugte Grundformen, ohne Casusendung, zu halten hat; *té* aber scheint den Verlust eines *w* erlitten zu haben und für *twê* zu stehen, aus welchem Stamme wir den Instrumentalis *twajâ* und den Locativ *twaji* sich haben bilden sehen. Auch das Slawische hat im Dativ der beiden Personen besondere abgekürzte Nebenformen, welche mit den

erwähnten Sanskritischen in nahem Zusammenhang stehen. Sie lauten nämlich, im Alt-Slawischen, *mi* und *ti*.

Wir wenden uns nun zu dem Plural, in welcher Beziehung das Sanskrit höchst wichtige Aufschlüsse über die verwandten Europäischen Sprachen, besonders über das Griechische, liefert. Der Nominativ lautet *wajam* wir, *jûjam* ihr; *am* ist, wie im Singular, die gemeinschaftliche Endung, und nach den Wohllautsgesetzen läfst sich *wajam* aus *wê-am* erklären. Der Stamm *wê* ist insofern als unfruchtbar anzusehen, als er im Plural blos auf den Nominativ beschränkt ist, und unter den vielen verwandten Sprachen findet er sich nur bei der Germanischen wieder, und, was in der That auffallend ist, ebenfalls dem Anscheine nach auf den Nominativ beschränkt. In dem Gothischen *weis*, wir, ist das schliefsende *s*, welches in mehreren Mundarten in *r* übergegangen ist, der Charakter des Nominativs; im Angelsächsischen fehlt dieser Charakter, und es ist daher *ve* gewissermafsen identisch mit der Sylbe, welche sich im Sanskrit als Stamm ergeben hat. Die Verwandschaft zwischen *w* und *m*, und der Umstand, dafs diese beiden Buchstaben in vielen Sprachen sich gerne mit einander verwechseln, darf hier nicht übersehen, und eine ursprüngliche Einerleiheit der beiden Sanskritischen Stämme *wê* und *mê*, nicht geradezu geläugnet werden. Merkwürdig bleibt es aber, dafs nicht ein einzigesmal im Singular das *m* dem *w* weichen mufste, und ich glaube behaupten zu dürfen, dafs, wenn auch ursprünglich der Plural vom Singular nicht so streng geschieden war, der Genius der Sprache doch schon sehr frühzeitig einen Drang fühlte, den Plural von dem Singular, selbst dem Stamme nach, unabhängig zu machen.

Was nun das Pronomen der zweiten Person anbelangt, so wird man von *jûjam*, ihr, sofern man auf die obliquen Casus Rücksicht nimmt, die Sylbe *ju*, mit kurzem *u*, als Stamm ansehen müssen. Der Vocal hat sich im Nominativ verlängert, und das *j*, zwischen *jû* und *am*, kann für eine euphonische Einschiebung gelten, wie in *bhawê-j-am*, ich möge seyn. Dieser Pronominalstamm *ju* hat sich bei weitem fruchtbarer gezeigt als *wê*, denn er erstreckt sich über den ganzen Plural und Dual, und auch in den verwandten Sprachen erfreut er sich einer grofsen Verbreitung. Das Gothische setzt ihm im Nominativ des Plurals

das gewöhnliche Kennzeichen *s* bei; das Englische bietet, ohne den Zusatz einer Endung, den reinen Stamm dar *(you)*. Im Lithauischen erstreckt sich dieser Stamm über den ganzen Plural und Dual, wie *jus*, ihr, *judu*, ihr beide. Letzteres ist offenbar nichts anderes als die Verbindung des Stammes mit dem Zahlworte *du*, zwei, welches im Femininum *dwi* lautet, und in Verbindung mit *ju*, *judwi* bildet. Mit diesem *du* und *dwi* scheint auch das in den älteren Germanischen Mundarten, bei den geschlechtlosen Pronominen im Dual-Nominativ stehende *t* oder *z* zusammen zu hängen.

Das Lettische und Alt-Preufsische haben den Stamm *ju* ebenfalls im Plural, denn diese Sprachen haben keinen Dual. Im Lateinischen und Slawischen hat aber der Stamm *ju* keine Spuren zurückgelassen; im Persischen hängt damit ohne Zweifel die Sylbe *schu* von *schumâ*, ihr, zusammen, da das *m* in den obliquen Casus des Sanskrits und anderer verwandten Sprachen eine so bedeutende Rolle spielt, dafs man über die Sylbe *má* von *schumâ* nicht in Verlegenheit zu seyn braucht. Den Uebergang von *ju* in *schu* wird man nicht anstöfsig finden, wenn man die Aussprache des Französischen mit der des Lateinischen *j* vergleicht. Im Griechischen zeigt die Sylbe ὑ oder υ von ὑμεῖς, ὑμές, oder dem Aeolischen ὕμμες, eine zu auffallende Aehnlichkeit mit dem vielverbreiteten Stamme *ju*, als dafs es nöthig wäre, darauf aufmerksam zu machen. Dafs das μ von ὑμεῖς, ὑμές, oder die beiden μ von ὕμμες, nicht zum Stamme gehören, ergibt sich schon aus der Vergleichung mit ἡμεῖς, ἀμές, ἄμμες, und wird aus dem Folgenden noch deutlicher hervorgehen. Um nun wieder zum Sanskrit zurückzukehren, so stehen *asmân* und *juschmân* als Accusative für uns und euch. Die Sylbe *sma*, als nicht-radikaler Bestandtheil, ist bei dem Indischen Pronomen eine zu gewöhnliche Erscheinung, als dafs man hier ihr Eingreifen übersehen könnte. Sie tritt gewöhnlich zwischen den Stamm und die Casusendungen, so dafs diese dem eingeschobenen *sma* angehängt, oder damit verschmolzen werden; ich erkläre daher *tasmai*, (ihm), aus *ta-sma-ê*, (denn *ê* welches der gewöhnliche Dativ-Charakter ist, geht mit einem vorhergehenden *a* nach den Wohllautsregeln in *ai* über) *tasmât*, (von ihm), aus *ta-sma-at*, und *tasmin*, (in ihm), aus *ta-sma-in*, durch Elision

des *a* von *sma* (1). Bei den Pronominen der ersten und zweiten Person wird zwar die Sylbe *sma* im Singular nicht eingeschoben, um so häufiger aber im Plural, wo sie einen Bestandtheil aller obliquen Casus ausmacht. Unmöglich ist es *asmân* und *juschmân* gegeneinander zu stellen, in der Absicht die Radikaltheile beider Formen aufzufinden, und *juschmân* in derselben Absicht mit seinem Nominativ *jûjam* zu vergleichen, ohne an die Sylbe *sma* zu denken, welche in allen Pronominen der dritten Person in mehreren obliquen Casus des Singulars eingeschoben wird. Die Aspiration des *s* von *juschmân* kann keine Schwierigkeit machen, da die Verwandlung des dentalen *s* in das sogenannte cerebrale oder aspirirte, nach einem jeden anderen Vocal als *a* oder *â*, im Sanskrit ganz gewöhnlich ist: es verhält sich daher *juschmân* zu *asmân* wie *amuschmai*, (vom Stamme *amu*) jenem, zu *tasmai*, diesem. Es dürfte also für erwiesen angesehen werden, dafs *a* und *ju* die Stämme von *asmân* und *juschmân*, von *asmâbhis* und *juschmâbhis*, und allen übrigen obliquen Pluralendungen seien (2). Vergleichen wir nun mit *asmân* und *juschmân* die Aeolischen und Alt-Epischen Dative ἄμμιν und ὔμμιν, ohne jedoch auf die Casusendung ein besonderes Gewicht zu legen, da es hier mehr auf die Ausmittelung der Stämme ankommt, so wird man ebenfalls α und υ als die wesentlichsten, mit dem Sanskrit beinahe identischen Radikaltheile ansehen müssen. Denn was ἄμμιν und ὔμμιν mit

(1) Die Abwerfung eines kurzen oder langen *a* vor grammatischen Endungen, welche mit Vocalen anfangen, ist etwas sehr gewöhnliches, wie ich in meinem Lehrgebäude der Sanskritsprache R. 47. gezeigt habe.

(2) Sollte zwischen *asmán*, *asmábis* u. s. w. und dem Nominativ *wajam* (aus *wé-am*) eine ursprüngliche Stammverwandtschaft bestanden haben, was ich keinesweges läugnen will, so müfste man annehmen, dafs die Ausstofsung welche das äolische Digamma so häufig am Anfange der Wörter hat erfahren müssen, hier auch das Indische *w* getroffen habe, und dafs demnach *a-smán*, *a-smábhis* u. s. w. ein älteres *wa-smán*, *wa-smahis* voraussetze. Es würde also, so wie die Casus des Singulars theils aus *mé*, theils aus *ma* sich entwickeln, dem Plural die verwandten Stämme *wé* und *wa* zum Grunde liegen. Dem sei wie ihm wolle, in dem Zustande, worin das Sanskrit erhalten worden, ist das Band zerstört, welches bei dem Pronomen erster Person den Nominativ an die obliquen Casus anknüpfte. Im Griechischen besteht es dadurch, dafs der Nominativ der Analogie der Sanskritischen obliquen Casus gefolgt ist.

einander gemein haben, kann nicht der Bezeichnung der verschiedenen Grundbegriffe angehören. Hier ist es passend zu berücksichtigen, dafs im Griechischen σ sich gern einem folgenden μ assimilirt, wie denn durch eine solche Assimilation das Dorische ἐμμί offenbar aus ἐσμί entstanden ist, welches dem Sanskritischen *asmi*, ich bin, entspricht. Es wird daher die Vermuthung nicht befremden, dafs durch eine solche Assimitation ἄμμιν und ὔμμιν aus ἄσμιν und ὔσμιν entstanden seien. Diese Vermuthung gewinnt dadurch an Wahrscheinlichkeit, dafs auch in den Pronominen anderer mit dem Sanskrit verwandter Europäischer Sprachen sich vieles durch die erwähnte Einschiebungssylbe *sma* erklären läfst. Ich habe schon bei einer früheren Veranlassung die Vermuthung ausgesprochen, dafs *mm* in den Gothischen Singular-Dativen der Pronomina und Adjective, wie *thamma*, diesem, *hwamma*, wem, *imma*, ihm, u. s. w., durch Assimilation aus der Sylbe *sma* entstanden sei, und mit dem Indischen *sma* zusammenhänge, so dafs *thamma* dem Indischen gleichbedeutenden *tasmai*, *hwamma* dem Indischen *kasmai*, wem, und *imma*, ihm, dem Indischen *asmai*, diesem, entspräche ([1]). Ich wiederhole hier mit um so gröfserer Zuversicht dieselbe Vermuthung, in welcher auch Jakob Grimm eine befriedigende Aufklärung des Gothischen Dativs anerkennt ([2]), als ich seitdem durch Vater's Alt-Preufsische Grammatik erfahren habe, dafs in dieser mit dem Gothischen nahe verwandten Sprache alle Pronomina der dritten Person im Singular-Dativ mit *smu* enden. *Antar-smu*, dem anderen, *ka-smu*, wem, entsprechen den Sanskritischen gleichbedeutenden Formen, *antara-smai*, *ka-smai*.

Ich glaube, dafs nach dem Gesagten es kaum mehr eines Beweises bedürfe für die Behauptung, dafs die Aeolischen Formen ἄμμιν und ὔμμιν älter seien und vollständiger, als die Dorischen ἀμίν und ὑμίν, und dafs diese aus jenen hervorgegangen, und nicht umgekehrt, da man, wo nicht sehr triftige Gründe für das Gegentheil sprechen, bei obwaltenden Dialektverschiedenheiten im Griechischen, diejenigen Formen für die ursprünglichen halten mufs, welche am genauesten mit dem Sanskrit

(1) S. *Annals of Oriental literature* S. 16.

(2) Deutsche Grammatik, zweite Auflage S. 826.

und anderen verwandten Sprachen zusammenhängen. Es scheinen aber überdies die langen Vocale der Dorischen Formen ἁμίν und ὑμίν für die Ausstofsung eines folgenden Consonanten zu sprechen, da auch der Vocal von ἔμμι, nach Ausstofsung des einen μ, in ει erweitert wurde, und da das ο von τύπτοντι, nach Ausstofsung des ν, in ȣ übergeht, denn auf die Vertauschung des τ mit σ kommt hier nichts an. Unter den Germanischen Mundarten hat auch nur die Gothische ein doppeltes *m* in dem erwähnten Singular-Dativ der Pronomina, während sämmtliche jüngere Mundarten das eine *m* abgeworfen und sich hierdurch von der Urform weiter entfernt haben, indem sie sich zur Gothischen, wie die Dorische zur Aeolischen Form, verhalten. Warum sollte man nicht auch in dem Plural-Dativ der Pronomina, obwohl hier auch das Gothische nur Ein *m* hat, — wie *thaim*, diesen, — einen Zusammenhang mit der Indischen Einschiebungsylbe *sma* finden können? Vom Lithauischen verdienen hier die Plural-Dative *jùmus*, euch, und *mùmus*, uns, angeführt zu werden. Im Dual lautet der Dativ *jum*, *mum*, und der Genitiv *jùmû*, *mùmû*. Bei Betrachtung des Alt-Preufsischen Dativs *noumans*, uns, geräth man leicht in Versuchung zu glauben, dafs hier zwei Pronominal-Stämme mit einander verbunden seien, nämlich *nou*, welches mit dem Lateinischen *nos*, dem Alt-Indischen und Slawischen *nas*, zusammenhängt (wovon *no* und *na* als Stämme anzusehen), und *mans* welches für sich allein als Plural-Accusativ steht, und als solcher mit den obliquen Casus des Singulars einerlei Ursprungs ist. Wenn man aber *noumans*, (uns), mit *joumans*, euch, vergleicht, so erkennt man, dafs *mans* in beiden Formen als Endung angesehen, und folglich mit der früher erwähnten Singularendung *smu*, mit dem im Sanskrit eingeschobenen *sma*, und mit dem doppelten *m* des Gothischen und Aeolischen in eine Klasse gestellt werden müsse. Um nun wieder zu dem Griechischen zurückzukehren, so ist es kaum nöthig zu bemerken, dafs, was von dem doppelten μ in ἄμμιν und ὔμμιν gesagt worden, auch auf den Accusativ ἄμμε, ὔμμε, (welcher eigentlich dem Dual angehört) und den Nominativ ἄμμες, ὔμμες, anzuwenden sei. Im Genitiv kommen zwar ἄμμων und ὔμμων nicht vor, ihr ehmaliges Daseyn läfst sich aber aus der Analogie der übrigen Casus vermuthen. Mit dem Dorischen Plural ἁμές scheint der Singular-Accusativ ἁμέ für ἐμέ in Berührung zu stehen, und

wirklich legt Scheidius auf dieses Zusammentreffen ein so grofses Gewicht, dafs er sich einen Nominativ ἀμίς, ἁμίς bildet, woraus er beide ableitet. Allein es ist offenbar dieser Zusammenhang nur ein scheinbarer, es sei denn, dafs man beweisen könnte, dafs in dem Singular-Accusativ α und nicht με der wesentlichste Bestandtheil sei; denn dafs in ἁμές und ὑμές die erste und nicht die letzte Sylbe radikal sei, liegt am Tage, und es bedarf hierzu nicht der Erklärung, wodurch ich versucht habe, das den beiden Pluralformen gemeinschaftliche μ aus dem Sanskrit und anderen verwandten Sprachen nachzuweisen. Dafs aber in den obliquen Singularendungen, des Pronomens der ersten Person, μοῦ und nicht ἐμοῦ, μέ und nicht ἐμέ oder ἀμέ die ursprüngliche Form sei, wenn sich gleich keine Zeit nachweisen läfst, in welcher nicht auch die letztere Form im Griechischen gebräuchlich gewesen, erhellt aus der Vergleichung mit den verwandten Sprachen, welche sämmtlich die entsprechenden Casus mit *m* anfangen, ferner aus der Neigung, welche die Griechische Sprache zeigt, den mit Consonanten anfangenden Wörtern einen Vocal, wie ε, α oder ο, vorzusetzen.

Wenn meine Ansichten über den Plural der Griechischen Pronomina erster und zweiter Person richtig sind, so folgt daraus, dafs man nicht mit Scheidius das Afformativ μεν oder μες der Zeitwörter von ἁμές ableiten dürfe, denn es könnte ja sonst mit gleichem Rechte die zweite Person mit μεν oder μες enden. Viel richtiger wird sich μεν oder μες zugleich mit μι und dem in ν verweichten μ des Imperfects, Plusquamperfects und zweiten Aorists von dem obliquen Singularstamme ableiten lassen, wie ja das Afformativ τε der zweiten Person nicht aus ὑμεῖς, wohl aber aus dem Dorischen Singular τύ, dessen Accusativ τέ, erklärt werden kann. Auch möchte ich nicht mit Rask das Lithauische *mes*, wir, mit dem Dorischen ἁμές zusammenstellen, oder damit vergleichen, denn die Aehnlichkeit beider ist mehr zufällig als wirklich, da das Lithauische mit dem Sanskrit, Griechischen, Lateinischen und den Germanischen Sprachen nicht die Eigenheit theilt, dafs das Pronomen erster Person für den Plural einen eigenen Stamm habe, sondern der Stamm, welcher im Singular den obliquen Casus zum Grunde liegt, erstreckt sich über den ganzen Dual und Plural. Es wäre in der That ein sonderbarer Mifsgriff der Lithauischen Sprache, wenn sie von ἁμές

gerade diejenige Sylbe losgerissen hätte, worauf, zur Bezeichnung der Person, am wenigsten ankommt. Auch konnte Rask, welcher in seinen Untersuchungen über die Thrakische Sprachklasse viel Scharfsinn und gründliche Beobachtung beurkundet, nur insofern *ἀμές* mit dem Lithauischen *mes* vergleichen, als er das *μ* von *ἀμές* für radikal hielt.

Das Sanskrit hat im Accusativ, Dativ und Genitiv des Plurals, neben den aus *a* und *ju* gebildeten Formen, noch die gleichbedeutenden Formen *nas* und *was*. Als Stämme sind *na* und *wa* anzusehen, wie sich aus der Vergleichung mit dem Dual *nau* und *wau* ergibt; aber das *s* ist gewissermafsen mit dem Stamme verwachsen, da *nas* und *was* sonst auf den Accusativ beschränkt seyn müfsten, im Falle sie nicht schon im Nominativ gebräuchlich wären. Auch zeigt sich in dem Lateinischen, so auffallend mit diesen Nebenformen übereinstimmenden *nos* und *vos* (1) das *s* deutlich als Casuszeichen. Das Griechische hat diese Stämme auf den Dual beschränkt, denn ein Zusammenhang zwischen *σφῶϊ, σφώ* und *was, wau* läfst sich kaum verkennen Das Slawische bildet den ganzen Plural und Dual, mit Ausnahme des Nominativs der ersten Person, aus ähnlichen Stämmen, daher die Genitive *nas, was,* die Dative *nam, wam* u. s. w. Das Alt-Preufsische zeigt diese Stämme ebenfalls im Plural. In den Germanischen Sprachen ist es schwer, im Plural und Dual den rechsen Zusammenhang zwischen den obliquen Casus und ihrem Nominativ aufzufinden; aus der Vergleichung des Gothischen mit den anderen Germanischen Mundarten glaube ich jedoch mit Zuversicht folgern zu dürfen, dafs die Halbvocale *w* und *j* der Nominative *weis* und *jus* in den obliquen Casus in ihre entsprechenden Vocale *u* und *i* übergegangen sind. Im Alt-Hochdeutschen ist diese Veränderung, bei der zweiten Person, schon im Nominativ eingetreten, und das *u* des Stammes *ju* hat sich in diesem Casus verdrängen lassen; daher steht *ir* für das Gothische *jus*. In den übrigen Casus hat sich jedoch das *u* standhafter gezeigt, indem es entweder unverändert geblieben, wie in dem Dativ *iu*, oder, vor Vocalen, in seinen Halbvocal *w* übergegangen ist, in Uebereinstimmung mit einer im Sanskrit herrschenden Wohllautsregel; daher der Genitiv *iw-ar*, der Accusativ *iw-ih*. Vergleicht man hiermit die entsprechenden

---

(1) Nach Bengalischer Aussprache wird *nas* und *was* im Sanskrit eben so ausgesprochen.

Gothischen Formen *izwara, izwis,* so erhebt das wie ein gelindes *s* auszusprechende *z* einen Zweifel. Ob dieses *z* für eine unwesentliche euphonische Einschaltung zu halten sei, oder ob, was mir weniger wahrscheinlich ist, *zw* mit der Sanskritischen Einschaltungssylbe *sma* zusammenhänge, durch eine nicht ungewöhnliche Verwandlung von *m* in *w,* oder auf welche andere Weise von diesen Formen Rechenschaft gegeben werden müsse, vermag ich nicht zu bestimmen. Soviel aber halte ich für ausgemacht, daſs das *i* von *izwara, izwis,* eben so wohl wie das der entsprechenden Alt-Hochdeutschen Formen *iwar, iwis,* von dem *j* des Stammes *ju* herrühre, und daſs das *w* der Gothischen Pluralformen nichts mit dem des Dualis, *igqwara, igqwis,* gemein habe; denn hier zeigt die Vergleichung mit den zunächst verwandten Mundarten, daſs das *w* dem *q* blos als ein euphonischer Zusatz beigegeben sei. Darauf aber, daſs *qw* im Gothischen durch einen einzigen Buchstaben geschrieben wird, kommt wenig an. Mit Jakob Grimm bin ich sehr geneigt anzunehmen, daſs bei dem Pronomen erster Person das *ns* von *unsara, (nostri), unsis, (nobis* und *nos* als Accus.*),* nichts anders als eine ursprüngliche Accussativendung sei [1], die aber mit dem Stamme so verwachsen und in Eins zerschmolzen ist, daſs sie selber zum Radikaltheile wurde, so daſs dem *uns,* als einem erweiterten Stamm der Urform *u,* neue Casusendungen sich angeschlossen haben. Was den Dual anbelangt, so scheint das *k* (im Gothischen *qw*), wie ebenfalls Grimm vermuthet, mit dem *k* des Singular-Accusativs, *mik, thuk,* einerlei Ursprungs zu seyn, und wenn meine Ansicht gegründet ist, daſs dieses *k* seinem Ursprunge nach kein eigentlicher Accusativcharakter, sondern wie *c* in dem Lateinischen *hic* paragogisch sei, so gewinnt diese Erklärung an Wahrscheinlichkeit. In Betreff des dem Guttural vorhergehenden Nasals, welcher im Gothischen, nach dem Beispiele des Griechischen, mit *g* geschrieben wird, ist zu berücksichtigen, daſs *n* sich gern mitten in eine Wurzelsylbe eindränge, wie z. B. im Lateinischen in *frango, tango,* im Sanskrit in *bhunktê,* er iſst, von *bhudsch,* welches mit dem Griechischen *φάγω* verwandt ist; *tschintati,* er denkt, von *tschit.*

---

(1) Deutsche Grammatik, zweite Auflage S. 813. „*unsara* scheint aus dem Accusativ „*uns* abgeleitet, nicht anders der Dativ *unsis,* welcher nebst *izwis* dem Dativ Singular „parallel auslautet."

Zur Erklärung des Sanskritischen Duals bleibt nun noch zu bemerken übrig, dafs, wenn gleich *âwâm,* wir beiden, und *juwâm,* ihr beiden, den gemeinschaftlichen Ausgang *wâm* haben, dennoch das *w* in beiden Formen aus ganz verschiedenen Quellen fliefse. Denn *âwâm,* wir beiden, hängt offenbar mit dem Plural *wajam* zusammen, so dafs dem radikalen *w* ein *â* vorgetreten ist, etwa wie bei den Personalendungen der Zeitwörter im Dual des Mediums. Man vergleiche *adwisch-âtâm,* die beiden hafsten, mit dem Activ *adwisch-tâm.* Das *w* von *juwâm,* ihr beide, ist aber, mit dem vorhergehenden *u,* die euphonische Veränderung des Vocals der Stammsylbe *ju,* denn *u* geht in der Mitte eines Wortes vor Vocalen sehr häufig in *uw* über, während es am Ende sich blos in *w* verwandelt.

Die folgenden Tafeln geben einen zusammenhangenden Ueberblick der Declination der Pronomina erster und zweiter Person, im Sanskrit und den verwandten Sprachen. Die Casus folgen in der in den Sanskrit-Grammatiken üblichen Ordnung. Von den Slawischen Mundarten geben wir blos das Alt-Slawische, und von den Germanischen das Gothische, Alt-Hochdeutsche und Alt-Sächsische.

| | Lettisch. | Alt-Preufsisch. | Alt-Slawisch. | Persisch. |
|---|---|---|---|---|
| Nom. अहं | *es* | *as* | *az* | *men* |
| Accus. मां, | *man* | *mien* | *mja* | *merá* |
| Instr. मय | ………… | ………… | *mnje* | *merá* |
| Dat. मह्यं | *man* | *mennei* | *mnje, mi* | |
| Ablat. मत् | | | | |
| Gen. मम, | *mannis* | *maisei* | *mene* | |
| Loc. मयि | ………… | ………… | *mnje* | |
| | | | | |
| Nom. आव | ………… | ………… | *wa* (1) | |
| Accus. आव | ………… | ………… | *wa* (1) | |
| Instr. आव | ………… | ………… | *nama* | |
| Dat. आव | ………… | ………… | *nama* | |
| Ablat. आव | | | | |
| Gen. आव | ………… | ………… | *naju* | |
| Loc. आव | ………… | ………… | *naju* | |
| | | | | |
| Nom. वयं | *mehs* | *mes* | *mi* | *má* |
| Accus. अस्म | *muhs* | *mans* | *ni* | *márá* |
| Instr. अस्म | ………… | ………… | *nami* | |
| Dat. अस्म | *mums* | *noumans* | *nam* | *márá* |
| Ablat. अस्म | | | | |
| Gen. अस्म | *muhsu* | ………… | *nas* | |
| Loc. अस्म | ………… | ………… | *nas* | |

hieden.

# Pronomen der ersten Person.

## SINGULAR.

| Sanskrit. | Griechisch. | Lateinisch. | Gothisch. | Alt-Hochdeutsch. | Alt-Sächsisch. | Lithauisch. | Lettisch. | Alt-Preufsisch. | Alt-Slawisch. | Persisch. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nom. अहं *aham* ........ | ἐγώ | *ego* | *ik* | *ih* | *ik* | *afz* | *es* | *as* | *az* | *men* |
| Accus. मां, मा *mám, má* ........ | μέ | *me* | *mik* | *mih* | *mi* | *mane* | *man* | *mien* | *mja* | *merá* |
| Instr. मया *majá* (aus *mé-á*) ........ | ........ | ........ | ........ | ........ | ........ | *manimì* | ........ | ........ | *mnje* | *merá* |
| Dat. मह्यं, मे *ma-hjam* (aus *ma-hi-am*), *mé* ........ | μοί | *mihi* | *mis* | *mir* | *mi* | *mán* | *man* | *mennei* | *mnje, mi* | |
| Ablat. मत् *mat* ........ | ........ | *me* | | | | | | | | |
| Gen. मम, मे *mama, mé* ........ | μοῦ | *mei* | *meina* | *min* | *min* | *manes* | *mannis* | *maisei* | *mene* | |
| Loc. मयि *maji* (aus *mé-i*) ........ | ........ | ........ | ........ | ........ | ........ | *manijè* | ........ | ........ | *mnje* | |

## DUAL.

| Sanskrit. | Griechisch. | Lateinisch. | Gothisch. | Alt-Hochdeutsch. | Alt-Sächsisch. | Lithauisch. | Lettisch. | Alt-Preufsisch. | Alt-Slawisch. | Persisch. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nom. आवां *áwám* ........ | νῶϊ | ........ | *wit* | ........ | *wit* | *muddu (wedu)* | ........ | ........ | *wa* (1) | |
| Accus. आवां, नौ *áwám, nau* ........ | νῶϊ | ........ | *ugkis* | *unch* | *unk* | *muddu* | ........ | ........ | *wa* (1) | |
| Instr. आवाभ्यां *áwábhjám* ........ | ........ | ........ | ........ | ........ | ........ | ........ | ........ | ........ | *nama* | |
| Dat. आवाभ्यां, नौ *áwábhjám, nau* ........ | νῶϊν | ........ | *ugkis* | *unch* | *unk* | *mum dwiem* | ........ | ........ | *nama* | |
| Ablat. आवाभ्यां *áwábhjám* | | | | | | | | | | |
| Gen. आवयोस्, नौ *áwajós, nau* ........ | νῶϊν | ........ | *ugkara* | *unchar* | *unker* | *mùmú dwiejú* | ........ | ........ | *naju* | |
| Loc. आवयोस् *áwajós* ........ | ........ | ........ | ........ | ........ | ........ | ........ | ........ | ........ | *naju* | |

## PLURAL.

| Sanskrit. | Griechisch. | Lateinisch. | Gothisch. | Alt-Hochdeutsch. | Alt-Sächsisch. | Lithauisch. | Lettisch. | Alt-Preufsisch. | Alt-Slawisch. | Persisch. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nom. वयं *wajam* ........ | ἡμεῖς, ἄμμες | *nos* | *weis* | *wír* | *wí* | *més* | *mehs* | *mes* | *mi* | *má* |
| Accus. अस्मान्, नस् *asmán, nas* ........ | ἡμᾶς, ἄμμε | *nos* | *unsis* | *unsih* | *us* | *mùs* | *muhs* | *mans* | *ni* | *márá* |
| Instr. अस्माभिस् *asmábhis* ........ | ........ | ........ | ........ | ........ | ........ | *mumis* | ........ | ........ | *nami* | |
| Dat. अस्मभ्यं, नस् *asmabhjam, nas* ........ | ἡμῖν, ἄμμιν | *nobis* | *unsis* | *uns* | *us* | *múmus* | *mums* | *noumans* | *nam* | *márá* |
| Ablat. अस्मत् *asmat* ........ | ........ | *nobis* | | | | | | | | |
| Gen. अस्माकं, नस् *asmákam, nas* ........ | ἡμῶν | *nostri, nostrum* | *unsara* | *unsar* | *user* | *músú* | *muhsu* | ........ | *nas* | |
| Loc. अस्मासु *asmásu* ........ | ........ | ........ | ........ | ........ | ........ | *músuse* | ........ | ........ | *nas* | |

(1) So das Masc.; das Femin. ist *wje*; in den übrigen Casus sind die Geschlechter nicht unterschieden.



| | | Lettisch. | Alt-Preufsisch. | Alt-Slawisch. | Persisch. |
|---|---|---|---|---|---|
| Nom. | त्वं *twam* . | *tu* | *tu* | *ti* | *tu* |
| Accus. | त्वां, त्वा *t* | *tew* | *tien* | *tja* | *turá* |
| Instr. | त्वया *twaja* | . . . . . . . . . . | . . . . . . . . . . | *toboju* | |
| Dat. | तुभ्यं, ते | *tew* | *tebbei* | *tebje, ti* | *tura* |
| Ablat. | त्वत् *twat* . | | | | |
| Gen. | तव, ते *t* | *tewis* | *twaise* | *tebe* | |
| Loc. | त्वयि *twaji* | . . . . . . . . . . | . . . . . . . . . . | *tebje* | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Nom. | युवां *juwá* | | | | |
| Accus. | युवां, वां | | | | |
| Instr. | युवाभ्यां *j* | . . . . . . . . . . | . . . . . . . . . . | *wama* | |
| Dat. | युवाभ्यां, | . . . . . . . . . . | . . . . . . . . . . | *wama* | |
| Ablat. | युवाभ्यां *j* | | | | |
| Gen. | युवयोस् *j* | . . . . . . . . . . | . . . . . . . . . . | *waju* | |
| Loc. | युवयोस् | . . . . . . . . . . | . . . . . . . . . . | *waju* | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Nom. | यूयं *jújan* | *juhs* | *jous* | *wi* | *schumá* |
| Accus. | युष्मान्, | *juhs* | *wans* | *wi* | *schumárá* |
| Instr. | युष्माभिस् | . . . . . . . . . . | . . . . . . . . . . | *wami* | |
| Dat. | युष्मभ्यं, | *jums* | *jumans* | *wam* | *schumárá* |
| Ablat. | युष्मत् *j* | | | | |
| Gen. | युष्माकं, | *juhsu* | . . . . . . . . . . | *was* | |
| Loc. | युष्मासु | . . . . . . . . . . | . . . . . . . . . . | *was* | |

# Pronomen der zweiten Person.

## SINGULAR.

| | Sanskrit. | Griechisch. | Lateinisch. | Gothisch. | Alt-Hochdeutsch. | Alt-Sächsisch. | Lithauisch. | Lettisch. | Alt-Preußisch. | Alt-Slawisch. | Persisch. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nom. | त्वं *twam* | σύ, τύ | *tu* | *thu* | *du* | *thu* | *tu* | *tu* | *tu* | *ti* | *tu* |
| Accus. | त्वां, त्वा *twám, twá* | σέ, τύ, τέ | *te* | *thuk* | *dih* | *thi* | *tawe* | *tew* | *tien* | *tja* | *turá* |
| Instr. | त्वया *twajá* (aus *twé-á*) | ... | ... | ... | ... | ... | *tawimì* | ... | ... | *toboju* | |
| Dat. | तुभ्यं, ते *tubhjam* (aus *tu-bhi-am*), *té* | σοί, τοί | *tibi* | *thus* | *dir* | *thi* | *táw* | *tew* | *tebbei* | *tebje, ti* | *tura* |
| Ablat. | त्वत् *twat* | ... | *te* | | | | | | | | |
| Gen. | तव, ते *tawa, té* | σοῦ, τεῦ | *tui* | *theina* | *din* | *thin* | *tawes* | *tewis* | *twaise* | *tebe* | |
| Loc. | त्वयि *twaji* (aus *twé-i*) | ... | ... | ... | ... | ... | *tawyjè* | ... | ... | *tebje* | |

## DUAL.

| | Sanskrit. | Griechisch. | Lateinisch. | Gothisch. | Alt-Hochdeutsch. | Alt-Sächsisch. | Lithauisch. | Lettisch. | Alt-Preußisch. | Alt-Slawisch. | Persisch. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nom. | युवां *juwám* | σφῶϊ | ... | ... | ... | *git* | *judu* | | | | |
| Accus. | युवां, वां *juwám, wám* | σφῶϊ | ... | *igqwis* | *inch* | *ink* | *judu* | | | | |
| Instr. | युवाभ्यां *juwábhjám* | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | *wama* | |
| Dat. | युवाभ्यां, वां *juwábhjám, wám* | σφῶϊν | ... | *igqwis* | *inch* | *ink* | *jum dwiem* | ... | ... | *wama* | |
| Ablat. | युवाभ्यां *juwábhjám* | | | | | | | | | | |
| Gen. | युवयोस् *juwajós* | σφῶϊν | ... | *igqwara* | *inchar* | *inker* | *jùmú dwiejú* | ... | ... | *waju* | |
| Loc. | युवयोस् *juwajós* | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | *waju* | |

## PLURAL.

| | Sanskrit. | Griechisch. | Lateinisch. | Gothisch. | Alt-Hochdeutsch. | Alt-Sächsisch. | Lithauisch. | Lettisch. | Alt-Preußisch. | Alt-Slawisch. | Persisch. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nom. | यूयं *jújam* | ὑμεῖς, ὕμμες | *vos* | *jus* | *ir* | *gi* | *jûs* | *juhs* | *jous* | *wi* | *schumá* |
| Accus. | युष्मान्, वस् *juschmán, was* | ὑμᾶς, ὕμμε | *vos* | *izwis* | *iwih* | *iu* | *jùs* | *juhs* | *wans* | *wi* | *schumárá* |
| Instr. | युष्माभिस् *juschmábhis* | ... | ... | ... | ... | ... | *jumis* | ... | ... | *wami* | |
| Dat. | युष्मभ्यं, वस् *juschmabhjam, was* | ὑμῖν, ὕμμιν | *vobis* | *izwis* | *iu* | *iu* | *jùmus* | *jums* | *jumans* | *wam* | *schumárá* |
| Ablat. | युष्मत् *juschmat* | ... | *vobis* | | | | | | | | |
| Gen. | युष्माकं, वस् *juschmákam, was* | ὑμῶν | *vestri, vestrum* | *izwara* | *iwar* | *iuwer* | *jùsú* | *juhsu* | ... | *was* | |
| Loc. | युष्मासु *juschmásu* | ... | ... | ... | ... | ... | *jùsuse* | ... | ... | *was* | |



# Ueber
# den Farnesischen Congius im Königlichen Antiken-Saale zu Dresden.

Von

Hrn. Dr. H. HASE.

Inspektor der Antiken-Sammlung und des Münz-Kabinets daselbst

[Der Akademie der Wissenschaften vorgelegt am 18. März 1824.]

„Zu den schätzbarsten und merkwürdigsten Ueberresten des Alterthums „gehört der unter Vespasian auf dem Kapitol aufgestellte Normal-Con-„gius, jetzt gewöhnlich der Farnesische genannt," sagt Hr. Ideler in seiner Abhandlung über die Längen- und Flächenmafse der Alten ([1]). Er ahnete nicht, dafs dieses Gefäfs sich in Deutschland und ziemlich nahe dem Orte befinde, wo er diese Worte aussprach. Denn selbst diejenigen, die sich aus der Wacker-Lipsiusschen Beschreibung der Dresdner Antiken-Gallerie (S. 465.) erinnerten, dafs es dort als ein Eigenthum dieser Sammlung erwähnt sei, konnten sich bei dieser Anführung eben so wenig, als bei dem Kupfer, das Leplat davon gegeben hat, überzeugen, dafs hier von dem wahren Farnesischen Congius die Rede sei. So sehr hatten sich Abbildner und Beschreiber vereinigt, ihn unkenntlich zu machen. Doch hoffen wir zu erweisen, dafs der dort gemeinte der ächte sei.

In einer Ecke eines der Schränke versteckt, die im Mumienzimmer des Augusteum aufgestellt sind, schien sich das Gefäfs, welches uns beschäftigt, absichtlich den Blicken derer entzogen zu haben, die so manches Interessante dieser Sammlung zu allgemeinerer Kenntnifs und Würdigung gebracht haben. Beruf und Aufmerksamkeit auf alles, was auf die Mafse der Alten Bezug hat, veranlafsten den Verfasser dieser Zeilen,

---

(1) Abhandlungen der Königlich-Preufsischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus den Jahren 1812-1813. Hist. philol. Klasse, S. 154.

das Gefäfs genauer zu prüfen, und liefsen ihn bald das unbezweifelt ächte darin erkennen.

Der Congius der Dresdner Sammlung ist von Messing, nach dem Sprachgebrauche der Väter Jesu von Orichalco, im Aeufsern zwei abgekürzten Kegeln gleich, die mit ihren untern Grundflächen durch Löthung aufeinander gepafst sind. Oben um läuft ein Rand (χεῖλος, *labrum*), der breit überragt, und die Genauigkeit der Messung sichert, ohne selbst bei der Bestimmung des Inhalts in Anschlag zu kommen. Ganz flach und ohne alle Zierlichkeit ist der Fufs angesetzt; ein Umstand, der defshalb zu bemerken ist, weil die meisten davon bekannt gemachten Abbildungen ihn, um der gefälligern Form willen, wulstartiger zeigen. Noch bemerkt man, besonders an der Seite des Fufses, die aufstand und daher vor den Einwirkungen der Luft mehr geschützt war, Spuren ehemaliger Vergoldung, die seine vortreffliche Erhaltung erklären; denn förmlich müssen wir Hrn. Ideler's Behauptung (a.a.O.) widersprechen, die auch Hr. Wurm (1) wiederhohlt hat, „dafs dieses Gefäfs vom Grün-„span nicht wenig zerfressen sei." Nirgends zeigt sich davon eine Spur. Nur die Löthung hatte gelitten; aber eine Auflösung von Siegellack in Alkohol reichte hin, alles Sickern zu heben. Nirgends am ganzen Gefäfse sind Beulen. Auf jeden Fall war es früher an einem Orte aufgestellt, wo es geehrt war. Seine Masse reitzte keine Habsucht. Seit seine Wichtigkeit für wissenschaftliche Untersuchungen anerkannt war, wurde es pfleglich behandelt.

Aufsen herum laufen in das Metall eingeritzte Ringe, zwischen denen die bekannte, von Hrn. Ideler nicht sehr genau wiedergegebene, Inschrift steht, die den Ruhm dieses Gefäfses begründete:

IMP· CAESARE
VESPAS·VI
T.CAES.AVG.F.IIII COS
MENSVRAE
EXACTAE·IN
CAPITOLIO

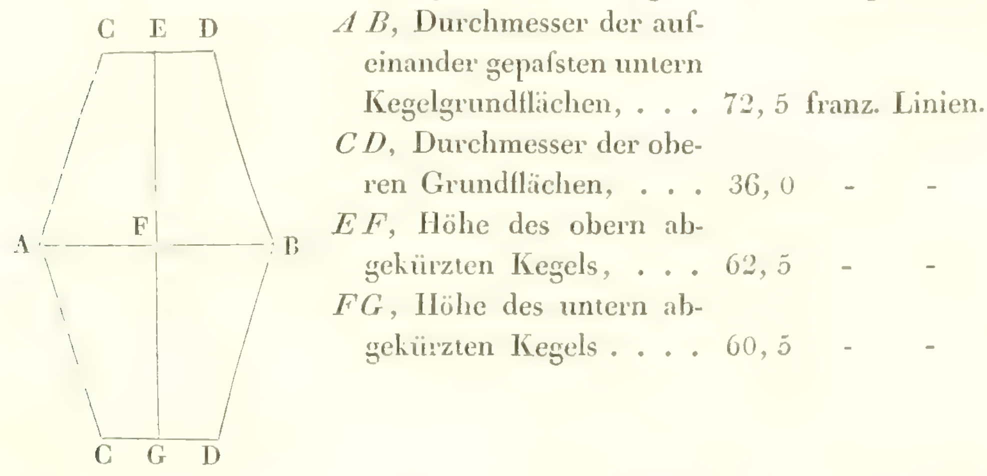
P X

---

(1) *De ponderum, numorum, mensurarum, ac de anni ordinandi rationibus (Stutgard* 1821. 8.) S. 78.

Die Worte der Inschrift sind so leicht, dafs man kaum begreift, wie Villalpandi in ihrer Erklärung irren konnte, wäre er nicht von der willkührlichen Annahme ausgegangen, dafs durch die Höhe des Congius und die umlaufenden Reifen Mafse bestimmt würden. Dieser sonderbaren Voraussetzung zufolge, die sich in den Köpfen der Italiener bis auf Bayardi herab [1] eingenistet hatte, nahm er die Wörter *mensurae exactae* für Nominative, da sie doch, wie schon Greaves [2] und Eisenschmid andeuten, als Genitive zu verstehen sind, vom ausgelassenen Congius regiert, welchen die *pondo decem* bezeichnen. Das Jahr, wo Vespasian zum sechsten und sein Sohn Titus zum vierten Male Consuln waren, entspricht dem 75sten unserer Zeitrechnung und dem 828sten seit Erbauung Roms.

Die Dimensionen des Congius sind nach genauer Messung: [3]




| | | |
|---|---|---|
| *A B*, Durchmesser der aufeinander gepafsten untern Kegelgrundflächen, . . . | 72, 5 | franz. Linien. |
| *C D*, Durchmesser der oberen Grundflächen, . . . | 36, 0 | - - |
| *E F*, Höhe des obern abgekürzten Kegels, . . . | 62, 5 | - - |
| *F G*, Höhe des untern abgekürzten Kegels . . . . | 60, 5 | - - |

Soviel zur Beschreibung eines Gefäfses, das vom ersten Augenblicke seines Bekanntwerdens an die Aufmerksamkeit der Gelehrten erregt hat. Zunächst wirkte dazu wohl ein Umstand mit, der der Prüfung werth ist. Dreisthin nämlich sprachen die italienischen Gelehrten, welche diesen Congius untersuchten, die Vermuthung aus, dafs er das auf dem Kapitol aufgestellte Normal-Gefäfs gewesen sei. Da auch Hr. Ideler

(1) *Antichità d'Ercolano*, *T.* I, *p.* 333.

(2) *Misc. Works*, S. 198.

(3) Die nebenstehende Figur ist blofs als eine mathematische zu betrachten.

sich dieser Voraussetzung bequemt hat, so wird sein Ansehn für Viele hinreichen, dieser Annahme Glauben zu verschaffen. Der Beweis dafür möchte aber schwer zu führen sein. Die indirekten Zeugnisse, dafs auf dem Kapitol ein *ponderarium*, wahrscheinlich bei der Münze, gewesen sei, sind so oft beigebracht worden, am besten von Wernsdorf (1), dafs man ihrer Wiederhohlung überhoben sein kann. Das direkteste Zeugnifs ist die Inschrift bei Fabretti (2), die, nach den Worten *auctore sanctissimo Aug. N. nobilissimo Caes* zu schliefsen, wohl erst der zweiten Hälfte des dritten Jahrhunderts christlicher Zeitrechnung angehört. Denn wenn auch der *nobilissimus Caesar* früher vorkommt (3), so scheint doch der *sanctissimus Imperator* erst eine Erfindung der Zeit des Probus zu sein (4). Die Menge von Stellen und Denkmälern, wo nach den kapitolinischen geaichte Mafse vorkommen, lassen keinen Zweifel übrig, dafs daselbst ein Depot der Mustermafse war; eine Einrichtung, die abermals an das Vorbild athenischer Verhältnisse erinnert (5). Nur sagt wohl keine Inschrift, eben so wenig als die unseres Congius selbst, dafs das Denkmal, das sie trug, als Mustermafs gedient habe. Wernsdorf's sonst wahrscheinlicher Vermuthung (6), dafs wohl erst nach der Herstellung des zum zweiten Male abgebrannten Kapitols unter Vespasian kapitolinische Mafse vorkommen möchten, widerspricht ein von dem *Catalogo de' monumenti di Ercolano* (7) angeführtes Gewicht, welches dem dritten Consulat des Tiberius Claudius (J. d. St. 799. n. Chr. 46.), so wie eine Schnellwage ebendaselbst (8), gleichfalls *exacta in Capit. cura Aedil.*, die demselben Regierungsjahre des K. Claudius angehört.

---

(1) *XIV Excurs. ad poet. lat. minor. T. V.*

(2) *Inscr. vett. c. VII, n.* 380.

(3) Eckhel *D. N.* VIII, S. 370.

(4) Man vergleiche Salmasius *ad Hist. August. II, p.* 629 *b.* und 647, und die Inschrift aus Thymbra in Lechevalier's Reise nach Troas von Lenz, Altenburg und Erfurt 1800, S. 201, die Villoison wohl zu spät ansetzt, da sie, wahrscheinlicher als er annimmt, dem J. d. St. 1040, nach Christus 287, zustimmt.

(5) Vergleiche Böckh's Staatshaushaltung der Athener, II, 348 ff.

(6) *Excurs. laud. p.* 610.

(7) *T. I, p.* 355. *N. CCV.*

(8) *N. CCXI,* S. 356.

Kurz Lucas Pätus, der unsern Congius zuerst anführt, ist uns den Beweis schuldig geblieben, wefshalb er ihn für das kapitolinische Normal-Gefäfs selbst erklärte. Die Inschrift reicht dazu nicht hin. Wahrscheinlich fand ihn der Kardinal Alexander Farnese, als dessen Eigenthum er uns zuerst bekannt wird, in einer Kirche Italiens, wohin nach der *Novella* des Justinian 128 *c.* 15, als die Päpste und der Senat die Aufbewahrung der Mafse und Gewichte übernommen hatten (1), Gefäfse der Art gebracht worden waren, um mit dem Orte der Aufbewahrung das heilige Ansehn zu theilen. In der Anführung dieser Novelle durch Lucas Pätus möchte für Raschschliefsende, die sich um die Entstehung mancher berühmten Liebhaber-Sammlungen bekümmert haben, ein Grund zu der Vermuthung liegen, dafs ihn der Kardinal aus dem Staube wenig beachteter Sakristeien in das Licht seiner Museen versetzt habe. Alexander Farnese war Papst Paul's III. Enkel, Erzkanzler der Römischen Curie und nebenbei so reich an Pfründen und Kirchenwürden, wozu bekanntlich auch die Curatel der Kirchen gehört, dafs sein Titel länger war, als der seines Zeitgenossen Karl's V. Aufmerksamkeit auf einen Schatz der Art und Liebhaberei darf man einem Manne wohl zutrauen, der mit Pietro Aretino, Aldo Manuzzi, Paolo Sadoleto, Pietro Vittorio in der engsten Verbindung eines vielvermögenden Patronats stand, der fünfundfunfzig Jahre lang als Kardinal zu einer Zeit lebte, wo die Untersuchung aller häuslichen Verhältnisse der Alten mit einem fast zu weit getriebenen Eifer alle Leute von Bildung und Geist beschäftigte.

Eben in der Erforschung der alten Mafse begriffen, sagt Lucas Pätus in seinem Werke (2), und irre geworden in seinen Rechnungen durch neuere Angaben, erhielt er aus der kostbaren Sammlung des Kardinals Farnese einen Congius von Messing oder Bronze, den des allwaltenden Gottes Güte (dies sind seine Worte S. 21.) vor den Unbilden der Barbaren und der Zeit beschützt hatte. Er sei sehr wohl erhalten gewesen, aufser dafs er an der Stelle, wo er die Erde berührte, vom

---

(1) S. Justinian's pragm. Sanction, deren Anfang *pro petitione Vigilii c.* 19.

(2) *De mensuris et ponderibus, Ven. apud Aldos* 1573, *fol.*

Roste gelitten hatte. Besitzen wir dasselbe Exemplar, das Lucas Pätus in der Hand hatte, was wir glauben dürfen, so können wir uns überzeugen, dafs diese Roststellen sehr unbedeutend waren. Die Zeichnung, die er seinem Werke beigefügt hat, ist mit unserm Gefäfse fast völlig übereinstimmend; doch sei nicht verschwiegen, dafs der Fufs des Gefäfses wulstiger gebildet und über der Schrift mit Punkten eine kranzartige Verzierung angebracht ist, die auf unserm Gefäfse eben so fehlt, wie auf dem Kupferstiche bei Villalpandi, der gar kein Bedenken trug, das Gefäfs, das er mafs, für jenes ächte Farnesische zu halten.

Aus dem Besitze des Kardinals Alexander Farnese ging der Congius nämlich in die Sammlung seines Grofsneffen des Kardinals Odoardo (nach Bonanni, Recardo) Farnese über, eines Sohns jenes Feldherrn Alexander Farnese, der in der Geschichte der Vereinigten Provinzen so berühmt ist. Von ihm erhielt der gelehrte Jesuit aus Cordova, Johann Baptist Villalpandi, der damals für sein Werk über den Tempel zu Jerusalem sammelte, die Erlaubnifs, den Congius aufs neue zu messen.

Mit einer Feierlichkeit, die komisch scheinen könnte, wenn die Absicht der schlauen Väter, dem erlauchten Besitzer dadurch ein Compliment zu machen, nicht fast zu deutlich durchblickte, ging diese wichtige Messung vor sich [1]. Ihr Ergebnifs war für die Metrologie, wie sie jetzt ist, ohne Bedeutung; denn die vornehme Gesellschaft hatte mit Cisternenwasser gemessen und aufserdem falsch gewogen. Doch gab Villalpandi der Beschreibung jener Messung eine Abbildung des Gefäfses bei, die so vollständig mit dem unsrigen in allen Kleinigkeiten übereinstimmt, dafs wir nicht zweifeln dürfen, dasselbe zu besitzen. Nach seiner Behauptung ist es dasselbe, das Lucas Pätus in der Hand hatte. Gar kein Zweifel könnte bei uns statt finden, hätte der gute Mann vor lauter Zierlichkeit bei seiner Erklärung sich nicht höchst ungeschickt ausgedrückt. Nach ihm ist das Bild *ad exemplar duorum, quos Romae habuimus, expressa* [2]; ob aber diese Exemplare und worin sie abwichen, hat er nicht für gut gefunden, zu erzählen. Das Farnesische

---

(1) Die Beschreibung davon im *Apparat. urbis ac templi Hierosol. T. III, P. 2. p.* 351.

(2) S. 499.

war Messing; das andere (was freilich nach der Unbestimmtheit, die ihm beliebt hat, auch der Sextarius sein kann,) war Bronze und schien in der Erde gelegen zu haben. Und so müssen wahrscheinlich seine Worte auch verstanden werden. Denn aufser dem erwähnten Congius befindet sich in der hiesigen Sammlung ein Sextarius von Bronze, der jenem auf dem Villalpandischen Kupfer abgebildeten völlig gleich ist, und zwar durch Grünspan auf der Oberfläche gelitten hat, aber keinesweges so, dafs er zu einer sehr genauen Messung untauglich wäre. Herr Geh. Leg. Rath Beigel hat sie mit der ihm eigenen Gewissenhaftigkeit versucht und das Resultat derselben soll weiterhin folgen. Dieser Sextarius ist zu gleicher Zeit, gleich sorgfältig gepflegt, aus Italien nach Dresden gekommen, und bestätigt durch diesen Umstand die Vermuthung, dafs er schon damals zu dem Farnesischen Congius mit gehört habe.

Beinahe gleichzeitig mit Villalpandi's Nachricht von dem Farnesischen Congius, die um das Jahr 1604 bekannt wurde, nämlich im Jahre 1602, gab Gruter im *Thesaurus Inscriptionum* ([1]) Nachricht von einem andern Congius, der viel Verwirrung in die Geschichte dieser Gefäfse gebracht hat. Dieser war vom Kardinal Paolo Cesi zu Todi aufgefunden worden, und hätte, wenn hier äufsere Zeichen entschieden, beinahe eher als unserer für das kapitolinische Normal-Gefäfs gelten können; denn eine der unsrigen völlig gleichlautende Inschrift war mit silbernen Buchstaben darauf angebracht. Gruter, der, wie man leicht merkt, von der Sache nicht genau unterrichtet war, hält ihn für den, welchen Villalpandi mafs, und fügt hinzu: *putantque suppositilium esse.* Die letztere Behauptung mag auf sich beruhen; die erstere ist irrig. Dieser Cesische, in der Form von dem unsrigen sehr abweichende Congius kam in die für Metrologie so wichtige Sammlung des Alexander Colozzi. Was später aus ihm geworden, läfst sich, trotz Bayardi's langem Geschwätz über ihn, nicht angeben.

Der Farnesische Congius blieb, so darf man annehmen, ein Eigenthum der Familie Farnese; wenigstens war er in der ersten Hälfte des 17ten Jahrhunderts, wie man aus Peiresc's Leben von Gassendi ersieht, fortwährend im Farnesischen Familienmuseum zu Rom. Ja,

---

(1) T. I. p. CCXXIII. no. 3.

Peiresc liefs sich 1617 durch Aleander eine genaue Nachbildung dieses Farnesischen Congius machen [1], die, vielfach verglichen, keine Abweichungen zeigte und später in dem Kabinet der Bibliothek S. Geneviève zu Paris aufgestellt, in Molinet's Beschreibung aufgenommen (S. 43) und endlich daselbst gar abgebildet ist [2]. Merkwürdig genug stimmt aber diese Abbildung mit der Form des Cesischen Congius überein. Man kommt auf die Vermuthung, dafs die Kupfer zu den Werken jener Zeit von Leuten gezeichnet seien, welche die Gegenstände niemals gesehen hatten, die sie darstellen sollten. Const. Landi gibt 1695 nach Gruter wieder den Cesischen [3]; Fabretti [4] 1702 den Farnesischen nach Lucas Pätus, und Bonanni im Jahr 1709, mit Benutzung der Villalpandischen Kupfertafeln, im *Museum Kircher.* t. LVII einen Congius und Sextarius, die mit den unsrigen ganz übereinstimmen. Abzüge derselben Kupferplatten benutzte auch Montfaucon [5]. Alle diese letztern Anführungen sind mit Bezug auf das Farnesische Gefäfs traditionell und nicht aus Selbstanschauung. Der letzte, der uns bestimmte Nachricht von ihm gibt, ist der gelehrte John Greaves, Professor der Geometrie im Gresham-College zu London, der auf einer Reise nach Italien und dem Oriente im Jahr 1637 sich als strenger Mathematiker mit der genauen Untersuchung der Denkmäler beschäftigte, denen wir unsere Kenntnisse des römischen Fufsmafses verdanken. Auch unsern Congius, denselben, den wir besitzen, wie man sich durch das Kupfer in seinen *Miscellaneous Works* zu S. 277 überzeugen kann, *now extant in Rome, so highly and so justly magnified by Villalpandus* (S. 225), fand er, durch besondere Begünstigung, Gelegenheit zu messen. Die Zeichnung zu dem Kupfer bei Greaves ist nach dem Gefäfse und zwar nach unserm gemacht, wie das Zusammentreffen aller Kleinigkeiten aus-

---

(1) S. 98 seines Werks.

(2) Eine ähnliche Nachbildung des Farnesischen Congius besafs die im Jahr 1822 zu Amsterdam versteigerte Vandamme'sche Sammlung. S. den Catalog derselben p. 337. N. 52.

(3) *Selecta numism. expos. p.* 79.

(4) *Inscr. ant. p.* 526. *c. VIII. N.* 372.

(5) *Antiq. expliquée. Vol. III. pl. LXXXVII.*

weiset. Aber mit Greaves verschwinden auch alle Spuren, durch deren Hülfe man die Geschichte dieses Gefäfses weiter geben könnte. Vielleicht kam es, wie Eisenschmid vermuthet, mit der reichen Münzsammlung der Familie Farnese nach Parma. In Dresden war unser Congius und der erwähnte Sextarius als Geschenk schon vor dem November 1721; denn am 17. November 1721 wurden sie von der Bibliothek wieder in das Königliche Kabinet abgegeben, wie eine Nachricht aus dem Archive der Bibliothek (1) beweiset, die ich der Mittheilung des Hrn. Dr. Ebert verdanke. Die Akten der Ober-Kämmerei sagen nichts weiter aus, als dafs dies Gefäfs Sr. Maj. (August II.) vom Pater Salerni überreicht ward, und noch besitzt die Antiken-Sammlung die Futterale mit carmoisinrothem Lederüberzug, inwendig mit Sammet gefüttert, die beide Gefäfse auf der Reise geschützt hatten. Leplat's *Marbres de Dresde, t.* 184, 4, geben den Congius, aber bis zur Unkenntlichkeit entstellt, im Jahr 1733 als eine Merkwürdigkeit der hiesigen Sammlung.

Die Verwicklung der Geschichte dieses Gefäfses, das lange Zeit für das einzige seiner Art gegolten hat und schon so viele Berechnungen veranlafste, mag die Ausführlichkeit entschuldigen, mit der wir sie gegeben haben. Seit wir uns überzeugt halten durften, den ächten Congius zu besitzen, schien er uns zu einer Messung aufzufordern, nach den Grundsätzen, die in der neuern Metrologie gelten. Hr. Geh. Leg. Rath Beigel war so gütig, sie in meiner Gegenwart mit einer Genauigkeit vorzunehmen, die der gröfsten Aengstlichkeit nichts zu wünschen übrig lassen würde. Hier sind kurz die Resultate derselben.

Die Schwere des leeren Congius betrug 21857, 5 *grains* der französischen Commision für Mafs und Gewichte. Der Inhalt des Congius an destillirtem Wasser, bei 13° R., einer Temperatur, die am 21. Junius 1820 die natürliche war, = 63460, 6 Gran. Da nun die Schwere des französischen Cubikfufses an destillirtem Wasser bei 13° R. zu 1117, 9424 französischen Unzen festgesetzt ist, so liefs sich auch die Seitenlänge einer Amphora finden, die nach der metrologischen Tradition zugleich als die Länge des römischen Fufses zu betrachten ist. Sie ergab sich bei der Berechnung = 133, 03 französischen Linien.

---

(1) *Vol. I. No.* 102.

Stereometrisch wurde der Inhalt des Congius aus der Messung der Durchmesser seiner Grundflächen und der Höhe der abgekürzten Kegel, die ihn bilden, gefunden. Er ergab sich nach den oben angeführten Dimensionen = 295037 französischen Cub. Linien, und der römische Fufs wäre diesem Inhalte zufolge gewesen = 133, 14 französischen Linien.

Der Sextarius ward am 29. Julius 1820 untersucht und gemessen. Die Schwere des leeren Gefäfses war = 7835, 4 der angeführten Grane. Der Inhalt des Sextarius an destillirtem Wasser bei 15° R. natürlicher Temperatur = 10819, 6 Gran. Der römische Fufs ergab sich hiernach zu 134, 06 französischen Linien, weil der Pariser Cubikfufs destillirten Wassers bei 15° R. = 1117, 5264 Unzen.

## Bestimmung des römischen Fufses vermittelst des Congius.

### 1. Auf hydrostatischem Wege.

Schwere des leeren Congius = 21857, 5 Gran Pariser Muttergewicht *(grains des 50 marcs)* ([1]).

Inhalt des Congius an destillirtem Wasser bei 13° R. = 63460, 6 Gran, also Inhalt des achtfachen Congius oder der Amphora = 507684, 8 Gran.

Bei 13° R., einer Temperatur, die zur Zeit der Abwägung (am 21. Junius 1820) zufällig die natürliche war, wiegt ein Pariser Cubikfufs destillirten Wassers 69, 8714 Pfund = 643934, 8 Gran.

Da nun nach der Tradition der römische Fufs die Seite der cubisch gestalteten Amphora war, so hat man, wenn $x$ die Gröfse des römischen Fufses in Pariser Linien bezeichnet,

$$\sqrt[3]{643934,8} : \sqrt[3]{507684,8} = 144 : x.$$

Die Rechnung gibt 133, 03 Pariser Linien.

(1) Aus funfzig alten zu Paris aufbewahrten Markgewichten gefolgert. (18827, 15 dieser Grane geben ein Kilogramm des neuen französischen Gewichtsystems.) S. Brisson's *Instruction sur les poids nouveaux comparés aux mesures et poids anciens.* Paris 1800, 18.

Beim Abwägen wurde alle die Sorgfalt angewendet, die bei dem jetzigen Zustande der Metrologie in Untersuchungen dieser Art zu bringen ist. Das gebrauchte Grammengewicht ist von einem geschickten französischen Mechanicus gemacht und zu wiederhohlten Malen wissenschaftlich geprüft worden.

Nach der Inschrift (s. oben S. 150) enthielt der Congius *X Pondo* oder römische Pfund. Obiger Abwägung zufolge gehen demnach auf das römische Pfund 6346, 06 Pariser Gran.

Nach der *Métrologie* von Romé de l'Isle [1] haben ältere Metrologen mit Hülfe unsers Congius das römische Pfund bestimmt

Dupuy zu 6300 }
Auzout zu 6302 } *grains de Paris.*
Paucton zu 6312 }

Wer die Gestalt des hiesigen, d. i. eben des von diesen Metrologen gemessenen Congius und die Verschiedenheit der Gewichte nach Ort und Zeit kennt, wird unsere Angabe zu 6346, 06 Gran weder besonders lobenswerth noch tadelhaft finden.

2. Auf stereometrischem Wege.

Man vergleiche obige Figur und die daneben stehenden Dimensionen. Ist $AB = a$, $CD = b$, $EF = h$, so ist bekanntlich das Volumen des abgekürzten Kegels $ABCD = \frac{1}{12}\pi h\ (a^2 + ab + b^2)$, wo $\pi$ die Ludolphische Zahl 3, 141592 ... bezeichnet.

$$a^2 = 5256,25$$
$$ab = 2610,00$$
$$b^2 = 1296,00$$
$$a^2 + ab + b^2 = 9162,25.$$

Oberer Theil des Congius.

$$lg\ 9162,25 = 3,9620022$$
$$lg\ 62,5 = 1,7958800$$
$$lg\ \tfrac{1}{12}\pi = 0,4179687 - 1$$
$$5,1758509 = lg\ 149917.$$

(1) *Paris* 1789, *préface p. XVII.*

Unterer Theil des Congius.

$$\begin{aligned} lg\ 9162,25 &= 3,9620022 \\ lg\ 60,5 &= 1,7817554 \\ lg\ \tfrac{1}{12}\pi &= 0,4179687 - 1 \\ \hline & 5,1617263 = lg\ 145120. \end{aligned}$$

Cubikinhalt des Congius = 295037 } Pariser Cubiklinien.
Cubikinhalt der Amphora = 2360296 }

Hiernach hält der römische Fufs

$$\sqrt[3]{2360296} = 133,14 \text{ Pariser Linien.}$$

Dieses Resultat ist minder zuverlässig, als das vorige, da die Ungenauigkeit in der äufsern Form des Congius keine ganz scharfe stereometrische Ausmessung zuliefs.

### Bestimmung des römischen Fufses vermittelst des Sextarius.

Schwere des leeren Sextarius = 7835, 4 Pariser Gran.
Inhalt des Sextarius an destillirtem Wasser bei 15° *R.* (1) = 10819, 6 Gran.
Hiernach hält die Amphora 10819, 6 × 48 = 519340, 8 Gran.
Das Gewicht eines Pariser Cubikfufses destillirten Wassers bei obiger Temperatur beträgt 69, 8454 Pariser Pfund = 643695, 4 Gran. Hieraus ergeben sich für den römischen Fufs 134, 06 Pariser Linien.

Dies Resultat ist noch unzuverlässiger, als das auf stereometrischem Wege aus dem Congius hergeleitete; denn es ist in der Metrologie Grundsatz, vom Ganzen auf die Theile, nicht umgekehrt zu schliefsen.

G. W. S. Beigel.

---

(1) Die Abwägung geschah am 29. Julius 1820.

Ueber

# die Buchstabenschrift und ihren Zusammenhang mit dem Sprachbau.

Von

H^rn. WILHELM von HUMBOLDT.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 20. Mai 1824.]

Es hat mir bei dem Nachdenken über den Zusammenhang der Buchstabenschrift mit der Sprache immer geschienen, als wenn die erstere in genauem Verhältnifs mit den Vorzügen der letzteren stände, und als wenn die Annahme und Bearbeitung des Alphabets, ja selbst die Art und vielleicht auch die Erfindung desselben, von dem Grade der Vollkommenheit der Sprache, und noch ursprünglicher, der Sprachanlagen jeder Nation abhinge.

Anhaltende Beschäftigung mit den Amerikanischen Sprachen, Studium der Alt-Indischen und einiger mit ihr verwandten, und die Betrachtung des Baues der Chinesischen schienen mir diesen Satz auch geschichtlich zu bestätigen. Die Amerikanischen Sprachen, die man zwar sehr mit Unrecht mit dem Namen roher und wilder bezeichnen würde, die aber ihr Bau doch bestimmt von den vollkommen gebildeten unterscheidet, haben, soviel wir bis jetzt wissen, nie Buchstabenschrift besessen. Mit den Semitischen und der Indischen ist diese so innig verwachsen, dafs auch nicht die entfernteste Spur vorhanden ist, dafs sie sich jemals einer anderen bedient hätten. Wenn die Chinesen beharrlich die ihnen seit so langer Zeit bekannten Alphabete der Europäer zurückstofsen, so liegt dies, meines Erachtens, bei weitem nicht blofs in ihrer Anhänglichkeit am Hergebrachten, und ihrer Abneigung gegen das Fremde, sondern viel mehr darin, dafs, nach dem Mafs ihrer Sprachanlagen, und nach dem Bau ihrer Sprache, noch gar nicht das innere Bedürfnifs nach einer Buchstabenschrift in ihnen erwacht ist. Wäre dies nicht der Fall, so würden sie durch ihre eigene, ihnen in hohem

Grade beiwohnende Erfindsamkeit, und durch ihre Schriftzeichen selbst dahin gekommen seyn, nicht blofs, wie sie jetzt thun, Lautzeichen als Nebenhülfe zu gebrauchen, sondern ein wahres, vollständiges und reines Alphabet zu bilden.

Auf Aegypten allein schien diese Vorstellungsart nicht recht zu passen. Denn die heutige Coptische Sprache beweist unläugbar, dafs auch die Alt-Aegyptische einen Bau besafs, der nicht von grofsen Sprachanlagen der Nation zeugt, und dennoch hat Aegypten nicht nur Buchstabenschrift besessen, sondern war sogar, nach keinesweges verwerflichen Zeugnissen, die Wiege derselben. Allein auch wenn eine Nation Erfinderin einer Buchstabenschrift ist, bleibt ihre Art, dieselbe zu behandeln, ihrer Anlage entsprechend, den Gedanken aufzufassen und durch Sprache zu fesseln und auszubilden; und die Wahrheit dieser Behauptung leuchtet gerade recht aus der wunderbaren Art hervor, wie die Aegyptier Bilder- und Buchstabenschrift in einander übergehen liefsen.

Buchstabenschrift und Sprachanlage stehen daher in dem engsten Zusammenhange, und in durchgängiger Beziehung auf einander. Dies werde ich mich bemühen, hier sowohl aus Begriffen, als, soviel es in der Kürze geschehen kann, welche diesen Abhandlungen geziemt, geschichtlich zu beweisen. Die Wahl dieses Gegenstandes hat mir aus dem zwiefachen Grunde angemessen geschienen, dafs die Natur der Sprache in der That nicht vollständig eingesehen werden kann, wenn man nicht zugleich ihren Zusammenhang mit der Buchstabenschrift untersucht, und dafs gerade jene neuesten Beschäftigungen mit der Aegyptischen Schrift den Antheil an Untersuchungen über Schrift-Erfindung und Aneignung im gegenwärtigen Augenblicke verdoppeln.

Alles, was sich auf die äufseren Zwecke der Schrift, ihren Nutzen im Gebrauch für das Leben und die Verbreitung der Kenntnisse bezieht, übergehe ich gänzlich. Ihre Wichtigkeit von dieser Seite leuchtet zu sehr von selbst ein, und nur Wenige dürften in dieser Hinsicht die Vorzüge der Buchstabenschrift vor den übrigen Schriftarten verkennen. Ich beschränke mich blofs auf den Einflufs der alphabetischen auf die Sprache und ihre Behandlung. Ist dieser wirklich bedeutend, ist der Zusammenhang der Sprache mit dem Gebrauche eines Alphabets

innig und fest, so können auch die Ursachen begieriger Aneignung der Buchstabenschrift, oder kalter Gleichgültigkeit gegen dieselbe, nicht länger zweifelhaft bleiben.

Wie aber schon oft von den Sprachen selbst behauptet wird, dafs ihre Verschiedenheit nicht von grofser Wichtigkeit sei, da, wie auch der Schall laute, und die Rede sich verknüpfe, doch endlich immer derselbe Gedanke hervortrete, so dürfte die Art der Schriftzeichen noch für bei weitem gleichgültiger gehalten werden, wenn sie nur nicht gar zu grofse Unbequemlichkeit mit sich führe, oder die Nation sich gewöhnt habe, die mit ihr verbundenen zu überwinden. Auch machen diejenigen, welche sich der Schrift häufig, und noch weit mehr diejenigen, welche sich derselben auf eine sinnige Weise bedienen, immer und von jedem Volke einen kleinen Theil aus. Jede Sprache hat also nicht blofs lange Zeit ohne Schrift bestanden, sondern lebt auch grofsentheils beständig auf gleiche Art fort.

Allein das tönende Wort ist gleichsam eine Verkörperung des Gedanken, die Schrift eine des Tons. Ihre allgemeinste Wirkung ist, dafs sie die Sprache fest heftet, und dadurch ein ganz anderes Nachdenken über dieselbe möglich macht, als wenn das verhallende Wort blofs im Gedächtnifs eine bleibende Stätte findet. Es ist aber auch zugleich unvermeidlich, dafs sich nicht irgend eine Wirkung dieser Bezeichnung durch Schrift, und der bestimmten Art derselben überhaupt dem Einflusse der Sprache auf den Geist beimischen sollte. Es ist daher keinesweges gleichgültig, welche Art der Anregung die geistige Thätigkeit durch die besondere Natur der Schriftbezeichnung erhält. Es liegt in den Gesetzen dieser Thätigkeit, das Denkbare und Anschauliche als Zeichen und Bezeichnetes zu betrachten, wechselsweise hervorzurufen, und in verschiedene Stellung gegen einander zu bringen; es ist ihr eigen, bei einer Idee oder Anschauung auch die verwandten wirken zu lassen, und so kann die Uebertragung des erst als Ton gehefteten Gedanken auf einen Gegenstand des Auges, nach Mafsgabe der Art, wie sie geschieht, dem Geiste sehr verschiedene Richtungen geben. Offenbar aber müssen, wenn die Gesammtwirkung nicht gestört werden soll, das Denken in Sprache, die Rede und die Schrift übereinstimmend gebildet, und wie aus Einer Form gegossen seyn.

Darum dafs die Schrift nur immer Eigenthum eines kleineren Theils der Nation bleibt, und wohl überall erst entstanden ist, als der schon festbestimmte Sprachbau nicht mehr wesentliche Umänderungen zuliefs, ist ihr Einflufs auf sie nicht minder wichtig. Denn die gemeinschaftliche Rede umschlingt doch (freilich in einer Lebensform weniger als in der andern) das ganze Volk, und was auf sie bei Einzelnen gewirkt ist, geht doch mittelbar auf Alle über. Die feinere Bearbeitung der Sprache aber, für welche der Gebrauch der Schrift eigentlich erst den Anfangspunkt bezeichnet, ist gerade die wichtigste, und unterscheidet, an sich und in ihrer Wirkung auf die Nationalbildung, die Eigenthümlichkeit der Sprachen bei weitem mehr, als der gröbere, ursprüngliche Bau.

Die Eigenthümlichkeit der Sprache besteht darin, dafs sie, vermittelnd, zwischen dem Menschen und den äufseren Gegenständen eine Gedankenwelt an Töne heftet. Alle Eigenschaften jeder einzelnen können daher auf die beiden grofsen Hauptpunkte in der Sprache überhaupt bezogen werden, ihre Idealität und ihr Tonsystem. Was der ersteren an Vollständigkeit, Klarheit, Bestimmtheit und Reinheit, dem letzteren an Vollkommenheit abgeht, sind ihre Mängel, das Entgegengesetzte ihre Vorzüge.

Diese Ansicht habe ich in zwei, dieser Versammlung früher vorgelegten Abhandlungen aufzustellen und zu rechtfertigen versucht, mich bemühet zu zeigen:

dafs das, auch unverknüpfte Wortsystem jeder Sprache eine Gedankenwelt bildet, die, gänzlich heraustretend aus dem Gebiet willkührlicher Zeichen, für sich Wesenheit und Selbständigkeit besitzt;

dafs diese Wortsysteme niemals einem einzelnen Volk allein angehören, sondern auf einem Wege der Ueberlieferung, den weder die Geschichte, noch die Sprachforschung ganz zu verfolgen im Stande sind, zu dem Werke der gesammten Menschheit alle Jahrhunderte ihres Daseyns hindurch werden, und dafs mithin jedes Wort ein doppeltes Bildungselement in sich trägt, ein physiologisches, aus der Natur des menschlichen Geistes hervorgehendes, und ein geschichtliches, in der Art seiner Entstehung liegendes; ferner:

dafs der Charakter der vollkommener gebildeten Sprachen dadurch bestimmt wird, dafs die Natur ihres Baues beweist, dafs es dem Geist nicht blofs auf den Inhalt, sondern vorzüglich auf die Form des Gedanken ankommt.

Ich glaube diesen Weg auch hier verfolgen zu können, und es leuchtet nun von selbst ein, dafs die Buchstabenschrift die Idealität der Sprache schon insofern negativ befördert, als sie den Geist auf keine, von der Form der Sprache abweichende Weise anregt, dafs aber das Tonsystem, da Lautbezeichnung ihr Wesen ausmacht, erst durch sie Festigkeit und Vollständigkeit erlangen kann.

Dafs jede Bilderschrift durch Anregung der Anschauung des wirklichen Gegenstandes die Wirkung der Sprache stören mufs, statt sie zu unterstützen, fällt von selbst in die Augen. Die Sprache verlangt auch Anschauung, heftet sie aber an die, vermittelst des Tones, gebundene Wortform. Dieser mufs sich die Vorstellung des Gegenstandes unterordnen, um als Glied zu der unendlichen Kette zu gehören, an welcher sich das Denken durch Sprache nach allen Richtungen hinschlingt. Wenn sich das Bild zum Schriftzeichen aufwirft, so drängt es unwillkührlich dasjenige zurück, was es bezeichnen will, das Wort. Die Herrschaft der Subjectivität, das Wesen der Sprache, wird geschwächt, die Idealität dieser leidet durch die reale Macht der Erscheinung, der Gegenstand wirkt nach allen seinen Beschaffenheiten auf den Geist, nicht nach denjenigen, welche das Wort, in Uebereinstimmung mit dem individuellen Geiste der Sprache, auswählend zusammenfafst, die Schrift, die nur Zeichen des Zeichens seyn soll, wird zugleich Zeichen des Gegenstandes, und schwächt, indem sie seine unmittelbare Erscheinung in das Denken einführt, die Wirkung, welche das Wort gerade dadurch ausübt, dafs es nur Zeichen seyn will. An Lebendigkeit kann die Sprache durch das Bild nicht gewinnen, da diese Gattung der Lebendigkeit nicht ihrer Natur entspricht, und die beiden verschiedenen Thätigkeiten der Seele, die man hier zugleich anregen möchte, können nicht Verstärkung, sondern nur Zerstreuung der Wirkung zur Folge haben.

Dagegen scheint eine Figurenschrift, welche Begriffe bezeichnet, recht eigentlich die Idealität der Sprache zu befördern. Denn ihre

willkührlich gewählten Zeichen haben ebensowenig, als die der Buchstaben, etwas, das den Geist zu zerstreuen vermöchte, und die innere Gesetzmäfsigkeit ihrer Bildung führt das Denken auf sich selbst zurück.

Dennoch wirkt auch eine solche Schrift gerade der idealen, d. h. der die Aufsenwelt in Ideen verwandelnden Natur der Sprache entgegen, wenn sie auch nach der strengsten Gesetzmäfsigkeit in allen ihren Theilen zusammengefügt wäre. Denn für die Sprache ist nicht blofs die sinnliche Erscheinung stoffartig, sondern auch das unbestimmte Denken, inwiefern es nicht fest und rein durch den Ton gebunden ist; denn es ermangelt der ihr wesentlich eigenthümlichen Form. Die Individualität der Wörter, in deren jedem immer noch etwas anderes, als blofs seine logische Definition liegt, ist insofern an den Ton geheftet, als durch diesen unmittelbar in der Seele die ihnen eigenthümliche Wirkung geweckt wird. Ein Zeichen, das den Begriff aufsucht, und den Ton vernachlässigt, kann sie mithin nur unvollkommen ausdrücken. Ein System solcher Zeichen giebt nur die abgezogenen Begriffe der äufseren und inneren Welt wieder; die Sprache aber soll diese Welt selbst, zwar in Gedankenzeichen verwandelt, aber in der ganzen Fülle ihrer reichen, bunten und lebendigen Mannigfaltigkeit enthalten.

Es hat aber auch nie eine Begriffsschrift gegeben, und kann keine geben, die rein nach Begriffen gebildet wäre, und auf die nicht die in bestimmte Laute gefafsten Wörter der Sprache, für welche sie erfunden wurde, den hauptsächlichsten Einflufs ausgeübt hätten. Denn da die Sprache doch vor der Schrift da ist, so sucht dieselbe natürlich für jedes Wort ein Zeichen, und nimmt diese, wenn sie auch durch systematische Unterordnung unter ein Begriffssystem vom Laut unabhängige Geltung hätten, doch in dem Sinn der ihnen untergelegten Wörter. Daher ist jede Begriffsschrift immer zugleich eine Lautschrift, und ob sie, nebenher und in welchem Grade, auch als wahre Begriffsschrift gilt? hangt von dem Grade ab, in welchem der sie Gebrauchende die systematische Unterordnung ihrer Zeichen, den logischen Schlüssel ihrer Bildung, kennt und beachtet. Wer die den Wörtern entsprechenden Zeichen nur mechanisch kennt, besitzt in ihr nichts, als eine Lautschrift. Wenn eine solche Schrift auf eine andere Sprache übergeht, findet der gleiche Fall statt. Denn auch in dieser mufs der Gebrauch,

wenn die Schrift wirklich Schrift seyn soll, doch jedem Zeichen seine Geltung in Einem, oder mehreren bestimmten Wörtern anweisen. Die Schriftzeichen sind also in beiden Sprachen nur insofern gleichbedeutend, als es die ihnen untergelegten Wörter sind, und das Lesen des in einer beider Sprachen Geschriebenen wird für den dieser Sprache Unkundigen immer zu einem Uebersetzen, in welchem die Individualität der Ursprache allemal aufgegeben wird. Es geht also bei dem Gebrauche Einer solchen Schrift unter verschiedenen Nationen immer hauptsächlich nur der Inhalt über, die Form wird wesentlich verändert, und der unläugbare Vorzug einer Begriffsschrift, Nationen verschiedener Sprachen verständlich zu seyn, wiegt die Nachtheile nicht auf, welche sie von anderen Seiten her mit sich führt.

Als Lautschrift ist eine Begriffsschrift unvollkommen, weil sie Laute für Wörter angiebt, mithin der Sprache allen Gewinn entzieht, der, wie wir sehen werden, aus der Lautbezeichnung der Wortelemente entspringt. Sie wirkt aber auch niemals rein als Lautschrift. Da man der Geltung und dem Zusammenhang ihrer Zeichen nach Begriffen nachgehen kann, den Gedanken, gleichsam mit Uebergehung des Lautes, unmittelbar bilden, so wird sie dadurch zu einer eignen Sprache, und schwächt den natürlichen, vollen und reinen Eindruck der wahren und nationellen. Sie ringt auf der einen Seite, sich von der Sprache überhaupt, wenigstens von einer bestimmten frei zu machen, und schiebt auf der andern dem natürlichen Ausdruck der Sprache, dem Ton, die viel weniger angemessene Anschauung durch das Auge unter. Sie handelt daher dem instinctartigen Sprachsinn des Menschen gerade entgegen, und zerstört, je mehr sie sich mit Erfolg geltend macht, die Individualität der Sprachbezeichnung, die allerdings nicht blofs in dem Laut einer jeden liegt, aber an denselben durch den Eindruck gebunden ist, den jede bestimmte Verknüpfung articulirter Töne unläugbar specifisch hervorbringt.

Das Bemühen, sich von einer bestimmten Sprache unabhängig zu machen, mufs, da das Denken ohne Sprache einmal unmöglich ist, nachtheilig und verödend auf den Geist einwirken. Eine Begriffsschrift übt diese Nachtheile nur insofern nicht in dem hier geschilderten Grade

aus, als ihr System nicht consequent durchgeführt ist, und als sie im Gebrauch phonetisch aufgenommen wird.

Die Buchstabenschrift ist von diesen Fehlern frei, einfaches, durch keinen Nebenbegriff zerstreuendes Zeichen des Zeichens, die Sprache überall begleitend, ohne sich ihr vorzudrängen, oder zur Seite zu stellen, nichts hervorrufend, als den Ton, und daher die natürliche Unterordnung bewahrend, in welcher der Gedanke nach dem durch den Ton gemachten Eindruck angeregt werden, und die Schrift ihn nicht an sich, sondern in dieser bestimmten Gestalt festhalten soll.

Durch dies enge Anschliefsen an die eigenthümliche Natur der Sprache verstärkt sie gerade die Wirkung dieser, indem sie auf die prangenden Vorzüge des Bildes und Begriffsausdrucks Verzicht leistet. Sie stört die reine Gedankennatur der Sprache nicht, sondern vermehrt vielmehr dieselbe durch den nüchternen Gebrauch an sich bedeutungsloser Züge, und läutert und erhöht ihren sinnlichen Ausdruck, indem sie den im Sprechen verbundenen Laut in seine Grundtheile zerlegt, den Zusammenhang derselben unter einander, und in der Verknüpfung zum Wort anschaulich macht, und durch die Fixirung vor dem Auge auch auf die hörbare Rede zurückwirkt.

An diese Spaltung des verbundenen Lauts, als an das Wesen der Buchstabenschrift, haben wir uns daher zu halten, wenn wir den inneren Einflufs derselben auf die Sprache beurtheilen wollen.

Die Rede bildet im Geiste des Sprechenden, bis sie einen Gedanken erschöpft, ein verbundenes Ganzes, in welchem erst die Reflexion die einzelnen Abschnitte aufsuchen mufs. Dies erfährt man vorzüglich bei der Beschäftigung mit den Sprachen ungebildeter Nationen. Man mufs theilen und theilen, und immer mistrauisch bleiben, ob das einfach Scheinende nicht auch noch zusammengesetzt ist. Gewissermafsen ist freilich dasselbe auch bei den hochgebildeten der Fall, allein auf verschiedene Weise; bei diesen nur etymologisch zum Behuf der Einsicht in die Wortentstehung, bei jenen grammatisch und syntaktisch zum Behuf der Einsicht in die Verknüpfung der Rede. Das Verbinden des zu Trennenden ist allemal Eigenschaft des ungeübten Denkens und Sprechens; von dem Kinde und dem Wilden erhält man schwer Wör-

ter, statt Redensarten. Die Sprachen von unvollkommnerem Bau überschreiten auch leicht das Maafs dessen, was in einer grammatischen Form verbunden seyn darf. Die logische Theilung, welche die Gedankenverknüpfung auflöst, geht aber nur bis auf das einfache Wort. Die Spaltung dieses ist das Geschäft der Buchstabenschrift. Eine Sprache, die sich einer anderen Schrift bedient, vollendet daher das Theilungsgeschäft der Sprache nicht, sondern macht einen Stillstand, wo die Vervollkommnung der Sprache weiter zu gehen gebietet.

Zwar ist die Aufsuchung der Lautelemente auch ohne den Gebrauch der Buchstabenschrift denkbar, und die Chinesen besitzen namentlich eine Analyse der verbundenen Laute, indem sie die Zahl und Verschiedenheit ihrer Anfangs- und End-Articulationen und ihrer Wortbetonungen bestimmt und genau angeben. Da aber nichts weder in der gewöhnlichen Sprache, noch in der Schrift (insofern sie nemlich wirklich Zeichenschrift ist, da die Chinesen bekanntlich dieser auch Lautbezeichnung beimischen) zu dieser Analyse nöthigt, so kann sie schon darum nicht so allgemein seyn. Da ferner der einzelne Ton (Consonant und Vocal) nicht durch ein nur ihm angehörendes Zeichen isolirt dargestellt, sondern nur den Anfängen und Endigungen verbundener Laute abgehört wird, so ist die Darstellung des Tonelements nie so rein und anschaulich, als durch die Buchstabenschrift, und die Lautanalyse, wenn ihr auch nichts an Vollständigkeit und Genauigkeit abginge, macht nicht auf den Geist den Eindruck einer rein vollendeten Sprachtheilung. Bei der inneren Wirkung der Sprachen aber, welche allein ihre wahren Vorzüge bestimmt, kommt Alles auf das volle und reine Wirken jedes Eindrucks an, und der geringste, im äufseren Erfolg gar nicht bemerkbare Mangel an einem von beiden ist von Erheblichkeit. Das alphabetische Lesen und Schreiben dagegen nöthigt in jedem Augenblick zum Anerkennen der zugleich dem Ohr und dem Auge fühlbaren Lautelemente, und gewöhnt an die leichte Trennung und Zusammensetzung derselben; es macht daher eine vollendet richtige Ansicht der Theilbarkeit der Sprache in ihre Elemente in eben dem Grade allgemein, in welchem es selbst über die Nation verbreitet ist.

Zunächst äufsert sich diese berichtigte Ansicht in der Aussprache, die, durch das Erkennen und Ueben der Lautelemente in abgesonderter

Gestalt, befestigt und geläutert wird. So wie für jeden Laut ein Zeichen gegeben ist, gewöhnen sich das Ohr und die Sprachorgane, ihn immer genau auf dieselbe Weise zu fordern und wiederzugeben; zugleich wird er, mit Abschneidung des unbestimmten Tönens, mit dem, im ungebildeten Sprechen, ein Laut in den andern überfliefst, schärfer und richtiger begränzt. Diese reinere Aussprache, die feine Ausbildung des Ohrs und der Sprachwerkzeuge ist schon an sich, und in ihrer Wirkung auch auf das Innere der Sprache von der äufsersten Wichtigkeit; die Absonderung der Lautelemente übt aber auch einen noch tiefer in das Wesen der Sprache eingehenden Einflufs aus.

Sie führt nemlich der Seele die Articulation der Töne vor, indem sie die articulirten Töne vereinzelt und bezeichnet. Die alphabetische Schrift thut dies klarer und anschaulicher, als es auf irgend einem anderen Wege geschehen könnte, und man behauptet nicht zu viel, wenn man sagt, dafs durch das Alphabet einem Volke eine ganz neue Einsicht in die Natur der Sprache aufgeht. Da die Articulation das Wesen der Sprache ausmacht, die ohne dieselbe nicht einmal möglich seyn würde, und der Begriff der Gliederung sich über ihr ganzes Gebiet, auch wo nicht blofs von Tönen die Rede ist, erstreckt; so mufs die Versinnlichung und Vergegenwärtigung des gegliederten Tons vorzugsweise mit der ursprünglichen Richtigkeit und der allmählichen Entwickelung des Sprachsinnes in Zusammenhang stehen. Wo dieser stark und lebendig ist, wird ein Volk aus eigenem Drange der Erfindung des Alphabets entgegengehen, und wo ein Alphabet einer Nation von der Fremde her zukommt, wird es die Sprachausbildung in ihr befördern und beschleunigen.

Obgleich der articulirte Laut körperlich und instinctartig hervorgebracht ist, so stammt sein Wesen doch eigentlich nur aus der inneren Seelenanlage zur Sprache, die Sprachwerkzeuge besitzen blofs die Fähigkeit, sich dem Drange dieser gemäfs zu gestalten. Eine Definition des articulirten Lauts, blofs nach seiner physischen Beschaffenheit, ohne die Absicht oder den Erfolg seiner Hervorbringung darin aufzunehmen, scheint mir daher unmöglich. Er ist ein sich einzeln abschneidender Laut, nicht ein verbundenes und vermischtes Tönen oder Schmettern, wie die meisten Gefühllaute. Sein charakteristischer Unterschied liegt

nicht, musikalisch, in der Höhe und Tiefe, da er durch die ganze Tonleiter hindurch angestimmt werden kann. Derselbe beruht ebensowenig auf der Dehnung und Verkürzung, Helligkeit oder Dumpfheit, Härte oder Weiche, da diese Verschiedenheiten theils Eigenschaften aller articulirten Töne seyn können, theils Gattungen derselben bilden. Versucht man nun aber die Unterschiede zwischen *a* und *e*, *p* und *k* u. s. w. auf einen allgemeinen sinnlichen Begriff zurückzuführen, so ist mir wenigstens bis jetzt dies immer mislungen. Es bleibt nichts übrig, als überhaupt zu sagen, daſs diese Töne, unabhängig von jenen Kennzeichen, dennoch specifisch verschieden sind, oder daſs ihr Unterschied aus einem bestimmten Zusammenwirken der Organe entsteht, oder eine andere ähnliche Beschreibung zu versuchen, die aber nie eine wahre Definition giebt. Erschöpfend und ausschlieſsend wird ihr Wesen immer nur dadurch geschildert, daſs man ihnen die Eigenschaft zuschreibt, unmittelbar durch ihr Ertönen Begriffe hervorzubringen, indem theils jeder einzelne dazu gebildet ist, theils die Bildung des einzelnen eine in bestimmbaren Classen bestimmbare Anzahl gleichartiger, aber specifisch verschiedener möglich macht und fordert, welche nothwendige oder willkührliche Verbindungen mit einander einzugehen geeignet sind. Hierdurch ist jedoch nicht mehr gesagt, als daſs articulirte Laute Sprachlaute und umgekehrt sind.

Die Sprache aber liegt in der Seele, und kann sogar bei widerstrebenden Organen und fehlendem äuſseren Sinn hervorgebracht werden. Dies sieht man bei dem Unterrichte der Taubstummen, der nur dadurch möglich wird, daſs der innere Drang der Seele, die Gedanken in Worte zu kleiden, demselben entgegenkommt, und vermittelst erleichternder Anleitung den Mangel ersetzt, und die Hindernisse besiegt. Aus der individuellen Beschaffenheit dieses Dranges, verständliche Laute hervorzubringen, aus der Individualität des Lautgefühls; (überhaupt in Hinsicht des Lautes, als solchen, des musikalischen Tons und der Articulation) und endlich aus der Individualität des Gehörs und der Sprachwerkzeuge entsteht das besondere Lautsystem jeder Sprache, und wird, sowohl durch seine ursprüngliche Gleichartigkeit mit der ganzen Sprachanlage des Individuums, als in seinen tausendfachen, einzeln gar nicht zu verfolgenden Einflüssen auf alle Theile des Sprachbaues, die Grundlage

der besonderen Eigenthümlichkeit der ganzen Sprache selbst. Die aus der Seele heraustönende specifische Sprachanlage verstärkt sich in ihrer Eigenthümlichkeit, indem sie wieder ihr eigenes Tönen, als etwas fremdes Erklingendes, vernimmt.

Wenn gleich jede wahrhaft menschliche Thätigkeit der Sprache bedarf, und diese sogar die Grundlage aller ausmacht, so kann doch eine Nation die Sprache mehr oder weniger eng in das System ihrer Gedanken und Empfindungen verweben. Es beruht dies auch nicht blofs, wie man wohl zuweilen zu glauben pflegt, auf ihrer Geistigkeit überhaupt, ihrer mehr oder weniger sinnigen Richtung, ihrer Neigung zu Wissenschaft und Kunst, noch weniger auf ihrer Cultur, einem höchst vieldeutigen, und mit der gröfsesten Behutsamkeit zu brauchenden Worte. Eine Nation kann in allen diesen Rücksichten vorzüglich seyn, und dennoch der Sprache kaum das ihr gebührende Recht einräumen.

Der Grund davon liegt in Folgendem. Wenn man sich das Gebiet der Wissenschaft und Kunst auch völlig abgesondert von Allem denkt, was sich auf die Anordnung des physischen Lebens bezieht, so giebt es für den Geist doch mehrere Wege dahin zu gelangen, von denen nicht jeder die Sprache gleich stark und lebendig in Anspruch nimmt. Diese lassen sich theils nach Gegenständen der Erkenntnifs bestimmen, wobei ich nur an die bildende Kunst und die Mathematik zu erinnern brauche, theils nach der Art des geistigen Triebes, der mehr die sinnliche Anschauung suchen, trockenem Nachdenken nachhängen, oder sonst eine, nicht der ganzen Fülle und Feinheit der Sprache bedürfende Richtung nehmen kann.

Zugleich liegt, wie schon oben bemerkt ist, auch in der Sprache ein Doppeltes, durch welches das Gemüth nicht immer in der nothwendigen Vereinigung berührt wird; sie bildet Begriffe, führt die Herrschaft des Gedanken in das Leben ein, und thut es durch den Ton. Die geistige Anregung, die sie bewirkt, kann dahin führen, dafs man, vorzugsweise von dem Gedanken getroffen, ihn zugleich auf einem anderen, unmittelbareren Wege, entweder sinnlicher, oder reiner, unabhängiger von einem, als zufällig erscheinenden Schall, aufzufassen versucht; alsdann wird das Wort nur als Nebenhülfe behandelt. Es kann

aber auch gerade der in Töne gekleidete Gedanke die Hauptwirkung auf das Gemüth ausüben, gerade der Ton, zum Worte geformt, begeistern, und alsdann ist die Sprache die Hauptsache, und der Gedanke erscheint nur als hervorspriefsend aus ihr, und untrennbar in sie verschlungen.

Wenn man daher die Sprachen mit der Individualität der Nationen vergleicht, so mufs man zwar zuerst die geistige Richtung derselben überhaupt, nachher aber immer vorzüglich den eben erwähnten Unterschied beachten, die Neigung zum Ton, das feine Unterscheidungsgefühl seiner unendlichen Anklänge an den Gedanken, die leise Regsamkeit, durch ihn gestimmt zu werden, dem Gedanken tausendfache Formen zu geben, auf welche, gerade weil sie in der Fülle seines sinnlichen Stoffes ihre Anregung finden, der Geist von oben herab, durch Gedankeneintheilung nie zu kommen vermöchte. Es liefse sich leicht zeigen, dafs diese Richtung für alle geistige Thätigkeiten die am gelingendsten zum Ziel führende seyn mufs, da der Mensch nur durch Sprache Mensch, und die Sprache nur dadurch Sprache ist, dafs sie den Anklang zu dem Gedanken allein in dem Wort sucht. Wir können aber dies für jetzt übergehen, und nur dabei stehen bleiben, dafs die Sprache wenigstens auf keinem Wege eine gröfsere Vollkommenheit erlangen kann, als auf diesem. Was nun die Articulation der Laute, oder, wie man sie auch nennen kann, ihre gedankenbildende Eigenschaft hervorhebt, und ins Licht stellt, wird in dieser geistigen Stimmung begierig gesucht oder ergriffen werden, und so mufs die Buchstabenschrift, welche die Articulation der Laute, zuerst bei dem Aufzeichnen, hernach bei allgemein werdender Gewohnheit, bei dem innersten Hervorbringen der Gedanken, der Seele unablässig vorführt, in dem engsten Zusammenhange mit der individuellen Sprachanlage jeder Nation stehen. Auch erfunden oder gegeben, wird sie ihre volle und eigenthümliche Wirkung nur da ausüben, wo ihr die dunkle Empfindung des Bedürfnisses nach ihr schon voranging.

So unmittelbar an die innerste Natur der Sprache geknüpft, übt sie nothwendig ihren Einflufs auf alle Theile derselben aus, und wird von allen Seiten her in ihr gefordert. Ich will jedoch nur an zwei Punkte erinnern, mit welchen ihr Zusammenhang vorzüglich einleuchtend ist, an die rhythmischen Vorzüge der Sprachen, und die Bildung der grammatischen Formen.

Ueber den Rhythmus ist es in dieser Beziehung kaum nöthig, etwas hinzuzufügen. Das reine und volle Hervorbringen der Laute, die Sonderung der einzelnen, die sorgfaltige Beachtung ihrer eigenthümlichen Verschiedenheit kann da nicht entbehrt werden, wo ihr gegenseitiges Verhältnifs die Regel ihrer Zusammenreihung bildet. Es hat gewifs rhythmische Dichtung bei allen Nationen vor dem Gebrauch einer Schrift gegeben, auch regelmäfsig sylbenmessende bei einigen, und bei wenigen, vorzüglich glücklich organisirten, hohe Vortrefflichkeit in dieser Behandlung. Es mufs diese aber unläugbar durch das Hinzukommen des Alphabetes gewinnen, und vor dieser Epoche zeugt sie selbst schon von einem solchen Gefühl der Natur der einzelnen Sprachlaute, dafs eigentlich nur das Zeichen dafür noch mangelt, wie auch in anderen Bestrebungen der Mensch oft erst von der Hand des Zufalls den sinnlichen Ausdruck für dasjenige erwarten mufs, was er geistig längst in sich trägt. Denn bei der Würdigung des Einflusses der Buchstabenschrift auf die Sprache ist vorzüglich das zu beachten, dafs auch in ihr eigentlich zweierlei liegt, die Sonderung der articulirten Laute, und ihre äufseren Zeichen. Wir haben schon oben, bei Gelegenheit der Chinesen, bemerkt, und die Behauptung läfst sich, unter Umständen, auch auf wahrhaft alphabetische Schrift ausdehnen, dafs nicht jeder Gebrauch einer Lautbezeichnung den entscheidenden Einflufs auf die Sprache hervorbringt, den die Auffassung der Buchstabenschrift in ihrem wahren Geist einer Nation und ihrer Sprache allemal zusichert. Wo dagegen, auch noch ohne den Besitz alphabetischer Zeichen, durch die hervorstechende Sprachanlage eines Volks jene innere Wahrnehmung des articulirten Lauts (gleichsam der geistige Theil des Alphabets) vorbereitet und entstanden ist, da geniefst dasselbe, schon vor der Entstehung der Buchstabenschrift, eines Theils ihrer Vorzüge.

Daher sind Sylbenmaafse, die sich, wie der Hexameter und der sechszehnsylbige Vers der Slocas aus dem dunkelsten Alterthum her auf uns erhalten haben, und deren blofser Sylbenfall noch jetzt das Ohr in einen unnachahmlichen Zauber wiegt, vielleicht noch stärkere und sicherere Beweise des tiefen und feinen Sprachsinns jener Nationen, als die Ueberbleibsel ihrer Gedichte selbst. Denn so eng auch die Dichtung mit der Sprache verschwistert ist, so wirken doch natürlich mehrere

Geistesanlagen zusammen auf sie; die Auffindung einer harmonischen Verflechtung von Sylben-Längen und Kürzen aber zeugt von der Empfindung der Sprache in ihrer wahren Eigenthümlichkeit, von der Regsamkeit des Ohrs und des Gemüths, durch das Verhältnifs der Articulationen dergestalt getroffen und bewegt zu werden, dafs man die einzelnen in den verbundenen unterscheidet, und ihre Tongeltung bestimmt und richtig erkennt.

Dies liegt allerdings zum Theil auch in dem, der Sprache nicht unmittelbar angehörenden musikalischen Gefühl. Denn der Ton besitzt die glückliche Eigenthümlichkeit, das Idealische auf zwei Wegen, durch die Musik und die Sprache, berühren, und diese beiden mit einander verbinden zu können, woher der von Worten begleitete Gesang wohl unbestreitbar im ganzen Gebiete der Kunst, weil sich zwei ihrer bedeutendsten Formen in ihm vereinen, die vollste und erhebendste Empfindung hervorbringt. Je lebendiger aber jene Sylbenmaafse auch für die musikalische Anlage ihrer Erfinder sprechen, desto mehr zeugen sie von der Stärke ihres Sprachsinnes, da gerade durch sie dem articulirten Laut, also der Sprache, neben der hinreifsenden Gewalt der Musik, sein volles Recht erhalten wird. Denn die antiken Sylbenmaafse unterscheiden sich eben dadurch am allgemeinsten von den modernen, dafs sie, auch in dem musikalischen Ausdruck, den Laut immer wahrhaft als Sprachlaut behandeln, die wiederkehrende, vollständige oder unvollständige Gleichheit verbundener Laute (Reim und Assonanz), die auf den blofsen Klang hinausläuft, verschmähen, und nur sehr selten die Sylben gegen ihre Natur, blofs der Gewalt des Rhythmus gehorchend, zu dehnen oder zu verkürzen erlauben, sondern genau dafür sorgen, dafs sie in ihrer natürlichen Geltung, klar und unverändert austönend, harmonisch zusammenklingen.

Die Beugung, auf welcher das Wesen der grammatischen Formen beruht, führt nothwendig auf die Unterscheidung und Beachtung der einzelnen Articulationen. Wenn eine Sprache nur bedeutsame Laute an einander knüpft, oder es wenigstens nicht versteht, die grammatischen Bezeichnungen mit den Wörtern fest zusammenzuschmelzen, so hat sie es nur mit Lautganzen zu thun, und wird nicht zu der Unterscheidung einer einzelnen Articulation, wie durch das Erscheinen des nemlichen,

nur in seinen Beugungen verschiedenen Wortes angeregt. So wie daher Feinheit und Lebendigkeit des Sprachsinnes zu festen grammatischen Formen führen, so befördern diese die Anerkennung des Alphabetes, als Lauts, welcher hernach leichter die Erfindung, oder fruchtbarere Benutzung der sichtbaren Zeichen folgt. Denn wo sich ein Alphabet zu einer grammatisch noch unvollkommeneren Sprache gesellt, kann Beugung durch Hinzufügung und Umänderung einzelner Buchstaben gebildet, die vorhandene sicherer bewahrt, und die noch halb in Anfügung begriffene reiner abgeschieden werden.

Wodurch aber die Buchstabenschrift noch viel wesentlicher, obgleich nicht so sichtlich an einzelnen Beschaffenheiten erkennbar, auf die Sprache wirkt, ist dadurch, dafs sie allein erst die Einsicht in die Gliederung derselben vollendet, und das Gefühl davon allgemeiner verbreitet. Denn ohne die Unterscheidung, Bestimmung und Bezeichnung der einzelnen Articulationen, werden nicht die Grundtheile des Sprechens erkannt, und der Begriff der Gliederung wird nicht durch die ganze Sprache durchgeführt. Jeden in einem Gegenstande liegenden Begriff aber vollständig durchzuführen, ist überhaupt und überall von der gröfsesten Wichtigkeit, und noch mehr da, wo der Gegenstand, wie die Sprache, ganz ideal ist, und wo, theils zugleich, theils nach einander, der Instinct handelt, das Gefühl ahndet, der Verstand einsieht, und die Verstandeseinsicht wieder auf das Gefühl, und dieses auf den Instinct berichtigend zurückwirkt. Die Folgen des Mangels davon erstrecken sich weit über den unvollendet bleibenden Theil hinaus, bei den Sprachen ohne Buchstabenschrift, und ohne sichtbare Spuren eines nach derselben empfundenen Bedürfnisses, nicht blofs auf die richtige und vollständige Einsicht in die Articulation der Laute, sondern über die ganze Art ihres Baues und ihres Gebrauchs. Die Gliederung ist aber gerade das Wesen der Sprache; es ist nichts in ihr, das nicht Theil und Ganzes seyn könnte, die Wirkung ihres beständigen Geschäfts beruht auf der Leichtigkeit, Genauigkeit und Uebereinstimmung ihrer Trennungen und Zusammensetzungen. Der Begriff der Gliederung ist ihre logische Function, so wie die des Denkens selbst. Wo also, vermöge der Schärfe des Sprachsinnes, in einem Volk die Sprache in ihrer ächten, geistigen und tönenden Eigenthümlichkeit empfunden wird, da wird dasselbe

angeregt, bis zu ihren Elementen, den Grundlauten, vorzudringen, dieselben zu unterscheiden und zu bezeichnen, oder mit anderen Worten, Buchstabenschrift zu erfinden, oder sich darbietende begierig zu ergreifen.

Richtigkeit der intellectuellen Ansicht der Sprache, von Lebendigkeit und Feinheit zeugende Bearbeitung ihrer Laute, und Buchstabenschrift erheischen und befördern sich daher gegenseitig, und vollenden, vereint, die Auffassung und Bildung der Sprache in ihrer ächten Eigenthümlichkeit. Jeder Mangel an einem dieser drei Punkte wird in ihrem Bau, oder ihrem Gebrauche fühlbar, und wo die natürliche Einwirkung der Dinge nicht durch besondere Umstände Abweichungen erfährt, da darf man sie vereint, und noch verbunden mit Festigkeit grammatischer Formen und rhythmischer Kunst anzutreffen hoffen.

Die hier gemachte Einschränkung beugt dem Bestreben vor, dasjenige, was sich theoretisch ergiebt, nun auch durch die Geschichte der Völker (sollte man es ihr auch aufdringen müssen) sogleich beweisen, oder voreilig widerlegen zu wollen. Darum darf aber die Entwicklung aus bloſsen Begriffen, wenn sie nur sonst richtig und vollständig ist, nicht unnütz genannt werden. Sie muſs vielmehr, wo es nur irgend angeht, die Prüfung der Thatsachen begleiten, und ihr die Punkte der Untersuchung bestimmen helfen. Nach dem im Vorigen über den Zusammenhang des Sprachbaues mit der Buchstabenschrift Gesagten, werden erschöpfende Untersuchungen über die Verbreitung der letzteren nicht von der Geschichte der Sprachen selbst getrennt werden dürfen, und es wird überall auf die Frage ankommen: ob es die Beschaffenheit der Sprache, und die sich in ihr ausdrückende Sprachanlage der Nation, oder andere Umstände waren, welche wesentlich auf die Art der Erfindung oder Aneignung eines Alphabets einwirkten? inwiefern diese Entstehungsweise die Beschaffenheit desselben bestimmte oder veränderte, und welche Spuren es, bei allgemein gewordenem Gebrauch, in der Sprache zurücklieſs?

Es kann hier nicht meine Absicht seyn, nach der bis jetzt versuchten Entwicklung aus Ideen, noch in eine historische Untersuchung der Sprachen in Beziehung auf die Schriftmittel, deren sie sich bedienen, einzugehen. Nur um im Ganzen den behaupteten Zusammenhang

zwischen der Buchstabenschrift und der Sprache auch an einer Thatsache zu erläutern, sei es mir erlaubt, diese Abhandlung mit einigen Betrachtungen über die Amerikanischen Sprachen in dieser Hinsicht zu beschliefsen.

Man kann es als eine Thatsache annehmen, dafs sich in keinem Theile Amerika's eine Spur einer Buchstabenschrift gezeigt hat, obgleich es bisweilen behauptet oder vermuthet worden ist. Unter den Mexicanischen Hieroglyphen findet sich zwar eine, zum Theil den Chinesischen Coua's ähnliche Gattung, die noch nicht genau erläutert ist, und dies, bei den wenigen vorhandenen Ueberbleibseln, auch wahrscheinlich nicht zuläfst; wären aber darin auf irgend eine Weise Lautzeichen, so würden die Nachrichten, die wir über das Land und seine Geschichte besitzen, davon Spuren enthalten. Man könnte zwar hier die Einwendung machen, dafs auch von Buchstabenzeichen in den Hieroglyphen das Alterthum schweigt. Allein hier ist der Fall durchaus anders. Dafs Aegypten Buchstabenschrift besafs, fing nur in den allerneuesten Zeiten an bezweifelt zu werden, als man auch die demotische Schrift für Begriffszeichen erklärte, sonst gab es eine Menge von Zeugnissen, die es bewiesen, oder vermuthen liefsen. Nur darüber stritt man, welche unter den Aegyptischen Schriftarten die alphabetische gewesen sei, oder suchte vielmehr den Sitz dieser blofs in der obengenannten demotischen.

Dafs in Amerika ein Zustand früherer Cultur über die ältesten Anfänge der uns bekannten Geschichte hinaus untergegangen ist, beweist eine Reihe von Denkmälern, theils in Gebäuden, theils in künstlicher Bearbeitung des Erdbodens, die sich von den grofsen Seen des nördlichen Theiles bis zur südlichsten Gränze Peru's erstrecken, von welchen ich zu einem anderen Zweck theils aus der Reise meines Bruders, der ihre Gränzen, die Mittelpunkte dieser Civilisation, und den Strich, dem sie folgt, genau angiebt, und die Ursachen des letzteren sehr glücklich nachweist, theils aus anderen Quellen, vorzüglich den Werken der ersten Eroberer, ein Verzeichnifs zusammengetragen habe.

Meine Aufmerksamkeit bei der Untersuchung der Amerikanischen Sprachen ist daher immer zugleich darauf gerichtet gewesen, ob ihr Bau Spuren des Gebrauchs verloren gegangener Alphabete an sich trage? Ich habe jedoch nie dergleichen angetroffen; vielmehr ist der Organis-

mus dieser Sprachen gerade von der Art, daſs man, von den obigen allgemeinen Betrachtungen über den Zusammenhang der Sprache mit der Buchstabenschrift ausgehend, recht füglich begreifen kann, daſs weder sie zur Erfindung eines Alphabets führten, noch auch, wenn sich ein solches dargeboten hätte, eine mehr als gleichgültige Aneignung desselben erfolgt seyn würde. Die Aufnahme der nach Amerika gekommenen Europäischen Schrift beweist indeſs freilich hierfür nichts. Denn die unglücklichen Nationen wurden gleich so niedergedrückt, und ihre edelsten Stämme groſsentheils dergestalt ausgerottet, daſs an keine freie, wenigstens keine geistige nationelle Thätigkeit zu denken war. Einige Mexicaner ergriffen aber wirklich das neue Aufzeichnungsmittel, und hinterlieſsen Werke in der einheimischen Sprache.

Alle Vortheile des Gebrauchs der Buchstabenschrift beziehen sich, wie im Vorigen gezeigt ist, hauptsächlich auf die Form des Ausdrucks, und vermittelst dieser, auf die Entwicklung der Begriffe, und die Beschäftigung mit Ideen. Darin liegt ihre Wirkung, daraus entspringt das Bedürfniſs nach ihr. Gerade die Form des Gedankens aber wird durch den Bau der Amerikanischen Sprachen, die zwar bei weitem nicht die bisweilen behauptete, aber doch, und eben hierin, eine auffallende Gleichartigkeit haben, nicht vorzüglich begünstigt, oft durchaus vernachlässigt, und die Amerikanischen Volksstämme standen, auch bei der Eroberung, und in ihren blühendsten Reichen, nicht auf der Stufe, wo im Menschen der Gedanke, als überall herrschend, hervortritt.

An die Seltenheit und zum Theil den gänzlichen Mangel solcher grammatischer Bezeichnungen, die man ächte grammatische Formen nennen könnte, will ich hier nur im Vorbeigehen noch einmal erinnern. Aber ich glaube mich nicht zu irren, wenn ich auch die nur durch höchst seltene Abweichungen unterbrochene strenge und einförmige Analogie dieser Sprachen, die Häufung aller durch einen Begriff gegebenen Nebenbestimmungen, auch da, wo ihre Erwähnung nicht nothwendig ist, die vorherrschende Neigung zu dem besonderen Ausdruck, statt des allgemeineren, hierher zähle. Der dauernde Gebrauch einer alphabetischen Schrift würde, wie es mir scheint, nicht nur diese Dinge abgeändert oder umgestaltet haben, sondern lebendigere nationelle Geistigkeit hätte sich auch dieser unbehülflichen Fesseln zu entledigen

gewufst, die Begriffe in ihrer Allgemeinheit aufgefafst, die in dem Gedanken und der Sprache liegende Gliederung energischer und angemessener angewandt, und den Drang gefühlt, das ängstliche Aufbewahren der Sprache im Gedächtnifs durch Zeichen für das Auge zu sichern, damit die Reflexion ruhiger über ihr walten, und der Gedanke sich in festeren, aber mannigfaltiger wechselnden und freieren Formen bewegen könne. Denn wenn die Buchstabenschrift nicht die Bevölkerung Amerika's begleitet hatte (insofern man nemlich überhaupt eine von der Fremde her annimmt) so waren die Amerikanischen Nationen wohl nur auf eigne Erfindung derselben zurückgewiesen, und da diese mit ungemeinen Schwierigkeiten verbunden ist, so mag die lange Entbehrung einer Buchstabenschrift nicht unbedeutend auf den Bau ihrer Sprachen eingewirkt haben. Diese Einwirkung konnte auch noch dadurch besonders modificirt werden, dafs auch die Gattung der Schrift, welche einige Amerikanische Völker wirklich besafsen, nicht von der Art war, bedeutenden Einflufs auf die Sprache und das Gedankensystem auszuüben.

Ich berühre jedoch dies nur im Vorbeigehn, da, um wirklich darauf fufsen zu können, es eine Vergleichung der Sprachen Amerika's mit denen der Völkerstämme anderer Welttheile, die sich gleichfalls keiner Schriftzeichen bedienen und mit der Chinesischen, der wenigstens alphabetische fremd sind, nothwendig machen würde, zu welcher hier nicht der Ort ist.

Dagegen liegt es den hier anzustellenden Betrachtungen näher, und leuchtet von selbst ein, dafs lange Entbehrung der Schrift die regelmäfsige Einförmigkeit des Sprachbaues, die man fälschlich für einen Vorzug hält, befördert. Abweichungen werden dem Gedächtnifs mühevoller aufzubewahren, vorzüglich wenn noch nicht hinreichendes Nachdenken über die Sprache erwacht ist, um ihre inneren Gründe zu entdecken und zu würdigen, oder nicht genug Forschungsgeist, ihre blofs geschichtlichen aufzusuchen. Das Vorherrschen des Gedächtnisses gewöhnt auch die Seele an das Hervorbringen der Gedanken in möglichst gleichem Gepräge, und der auf genaue Sprachuntersuchung gerichteten Aufmerksamkeit endlich sind die Fälle nicht fremd, wo die Schrift selbst, das Aneinanderreihen der Buchstaben, Abkürzungen und Veränderungen hervorbringt.

Man darf hiermit nicht verwechseln, dafs die Schrift den Formen auch mehr Festigkeit, und dadurch in anderer Rücksicht mehr Gleichförmigkeit giebt. Dadurch wirkt sie vorzüglich nur der Spaltung in zu vielfältige Mundarten entgegen, und schwerlich würden sich, bei anhaltendem Schriftgebrauch, die den meisten Amerikanischen Sprachen eigenen Verschiedenheiten der Ausdrücke der Männer und Weiber, Kinder und Erwachsenen, Vornehmen und Geringen erhalten haben. In demselben Stamm und derselben Classe zeigen sonst gerade die Amerikanischen Nationen ein bewunderungswürdiges Festhalten der gleichen Formen durch die blofse Ueberlieferung. Man hat Gelegenheit, dies durch die Vergleichung der Schriften der in die ersten Zeiten der Europäischen Ansiedelungen fallenden Missionarien mit der heutigen Art zu sprechen zu bemerken. Vorzüglich bietet sich dieselbe bei den Nordamerikanischen Stämmen dar, da man sich in den Vereinigten Staaten (und jetzt leider nur dort) auf eine höchst beifallswürdige Weise um die Sprache und das Schicksal der Eingebornen bemüht. Es wäre indefs sehr zu wünschen, dafs sich die Aufmerksamkeit noch bestimmter auf diese Vergleichung derselben Mundarten in verschiedenen Zeiten richtete. Die durch die Schrift hervorgebrachte Festigkeit ist daher mehr ein Verallgemeinern der Sprache, welches nach und nach in die Bildung eines eigenen Dialects übergeht, und sehr verschieden von der Durchführung Einer Regel durch eine Menge zwar ähnlicher, doch, Begriff und Ton genau beachtet, nicht immer ganz gleicher Fälle, von der wir oben redeten.

Alles hier Gesagte findet auch auf das Zusammenhäufen zu vieler Bestimmungen in Einer Form Anwendung, und wenn man den Gründen tiefer nachgeht, so hangen die hier erwähnten Erscheinungen sämmtlich von der mehr oder weniger stark und eigenthümlich auf die Sprache gerichteten Regsamkeit des Geistes ab, von welcher die Schrift zugleich Beweis und befördernde Ursach ist. Wo diese Regsamkeit mangelt, zeigt es sich in dem unvollkommeren Sprachbau; wo sie herrscht, erfährt dieser eine heilsame Umformung, oder kommt von Anfang an nicht zum Vorschein. Mit dem einen und anderen Zustande aber ist die Schrift, das Bedürfnifs nach ihr, die Gleichgültigkeit gegen sie, in beständiger Verbindung.

Bei der Aufzählung der Ursachen der Eigenthümlichkeit der Amerikanischen Sprachen darf man aber auch die oben erwähnte Gleichartigkeit derselben, so wie die Absonderung Amerika's von den übrigen Welttheilen nicht vergessen. Selbst wo entschieden verschiedene Sprachen ganz nahe bei einander waren, wie im heutigen Neu-Spanien, habe ich in ihrem Bau nie eine belebende oder gestaltende Einwirkung der einen auf die andere an irgend einer sicheren Spur bemerken können. Die Sprachen vorzüglich gewinnen aber an Kraft, Reichthum und Gestaltung durch das Zusammenstofsen grofser und selbst contrastirender Verschiedenheit, da auf diesem Wege ein reicherer Gehalt menschlichen Daseyns, schon zu Sprache geformt, in sie übergeht. Denn dies nur ist ihr realer Gewinn, der in ihnen, wie in der Natur, aus der Fülle schaffender Kräfte entsteht, ohne dafs der Verstand die Art dieses Schaffens ergründen kann, aus der Anschauung, der Einbildungskraft, dem Gefühl. Nur von diesen hat sie Stoff und Bereicherung zu erwarten; von der Bearbeitung durch den Verstand, wenn dieselbe darüber hinausgeht, dem Stoff seine volle Geltung in klarem und bestimmtem Denken zu verschaffen, eher Trockenheit und Dürftigkeit zu fürchten. Die Schrift nun kann sich leichter verbreiten, selbst leichter entstehen, wo verschiedene Völkereigenthümlichkeit sich lebendig gegeneinander bewegt; einmal entstanden und ausgebildet, kann sie aber auch, wie die logische Bearbeitung, zu der sie am mächtigsten mitwirkt, der Lebendigkeit der Sprache, und ihrer Einwirkung auf den Geist nachtheilig werden.

Bei den Amerikanischen Völkerstämmen lag aber dasjenige, was sie, da ihnen Buchstabenschrift einmal nicht von aufsen zugekommen war, von derselben fern hielt, freilich vorzüglich noch im Mangel geistiger Bildung, ja nur intellectueller Richtung überhaupt. Davon geben die Mexicaner ein auffallendes Beispiel. Sie besafsen, wie die Aegyptier, Hieroglyphen-Bilder und Schrift, machten aber nie die beiden wichtigen Schritte, wodurch jenes Volk der alten Welt gleich seine tiefe Geistigkeit bewies, die Schrift von dem Bilde zu sondern, und das Bild als sinniges Symbol zu behandeln, Schritte, welche, aus der geistigen Individualität des Volks entspringend, der ganzen Aegyptischen Schrift ihre bleibende Form gaben, und die man, wie es mir scheint, nicht als blofs stufenweis fortgehende Entwicklung des Gebrauchs der Bilderschrift

ansehen darf, sondern die geistigen Funken gleichen, die, plötzlich umgestaltend, in einer Nation oder einem Individuum sprühen. Die Mexicanische Hieroglyphik gelangte ebensowenig zur Kunstform. Und doch scheinen mir die Mexicaner unter den uns bekannt gewordenen Amerikanischen Nationen an Charakter und Geist die vorzüglichsten zu seyn, und namentlich die Peruaner weit übertroffen zu haben, so wie ich auch glaube, die Vorzüge ihrer Sprache vor der Peruanischen beweisen zu können. Die Gräfslichkeit ihrer Menschenopfer zeigt sie allerdings in einer unglaublich rohen und abschreckenden Gestalt. Allein die kalte Politik, mit welcher die Peruaner, nach blofsen Einfällen ihrer Regenten, unter dem Schein weiser Bevormundung, ganze Nationen ihren Wohnsitzen entrissen, und blutige Kriege führten, um, soweit sie zu reichen vermochten, den Völkern das Gepräge ihrer mönchischen Einförmigkeit aufzudrücken, ist kaum weniger grausam zu nennen. In der Mexicanischen Geschichte ist regere und individuellere Bewegung, die, wenn auch die Leidenschaften Rohheit verrathen, sich doch, bei hinzukommender Bildung, zu höherer Geistigkeit erhebt. Die Ansiedlung der Mexicaner, die Reihe ihrer Kämpfe mit ihren Nachbarn, die siegreiche Erweiterung ihres Reichs erinnert an die Römische Geschichte. Von dem Gebrauch ihrer Sprache in Dichtkunst und Beredsamkeit läfst sich nicht genau urtheilen, da, was auch von Reden, im Rath und bei häuslichen Veranlassungen, in den Schriftstellern vorkommt, schwerlich hinlänglich treu aufgefafst ist. Allein es läfst sich sehr wohl denken, dafs, vorzüglich in den politischen, dem Ausdruck weder Scharfsinn, noch Feuer, noch hinreifsende Gewalt jeder Empfindung gefehlt haben mag. Findet sich doch dies alles noch in unseren Tagen in den Reden der Häuptlinge der Nord-Amerikanischen wilden Horden, deren Aechtheit nicht zu bezweifeln scheint, und wo diese Vorzüge gerade nicht können aus dem Umgange mit Europäern abgeleitet werden. Da Alles, was den Menschen bewegt, in seine Sprache übergeht, so mufs man wohl die Stärke und Eigenthümlichkeit der Empfindungsweise und des Charakters im Leben überhaupt von der intellectuellen Richtung und der Neigung zu Ideen unterscheiden. Beides strahlt in dem Ausdruck wieder, aber auf die Gestaltung und den Bau der Sprache kann doch, ohne das letztere, nicht mächtig und dauernd gewirkt werden.

Es ist sehr wahrscheinlich, dafs, wenn auch das Mexicanische und Peruanische Reich noch Jahrhunderte hindurch unerobert von Fremden bestanden hätte, diese Nationen doch nicht würden aus sich selbst zur Buchstabenschrift gelangt seyn. Die Bilderschrift und die Knotenschnüre, welche beide befafsen, von welchen aber, aus noch nicht gehörig klar gewordenen Ursachen, jene bei den Mexicanern, diese bei den Peruanern ausschliefslich im Staats- und eigentlichen Nationalgebrauch blieben, erfüllten die äufseren Zwecke der Gedanken-Aufzeichnung, und ein inneres Bedürfnifs nach vollkommeneren Mitteln wäre schwerlich erwacht.

Ueber die Knotenschnüre, die auch in anderen Gegenden Amerika's, aufserhalb Peru und Mexico, üblich waren, und die auf Vermuthungen eines Zusammenhanges der Bevölkerung Amerika's mit China, so wie die Hieroglyphen mit Aegypten geführt haben, werde ich an einem anderen Orte die Nachrichten, die sich von ihnen finden, zusammenstellen. Sie sind allerdings sehr mangelhaft, aber doch hinreichend, einen bestimmteren und genaueren Begriff von dieser Gattung von Zeichen zu geben, als man durch Robertson's, und anderer neuerer Schriftsteller Berichte erhält. Ihre Bedeutung lag in der Zahl ihrer Knoten, der Verschiedenheit ihrer Farben, und vermuthlich auch der Art ihrer Verschlingung. Diese Bedeutung war jedoch wohl nicht überall dieselbe, sondern verschieden nach den Gegenständen, und man mufste vermuthlich, um sie zu erkennen, wissen, von wem die Mittheilung herrührte, und was sie betraf. Denn es waren auch der Aufbewahrung dieser Schnüre, nach der Verschiedenheit der Verwaltungszweige, verschiedene Beamte vorgesetzt. Ihre Entzifferung endlich war künstlich, und sie bedurften eigener Ausleger. Sie scheinen daher im Allgemeinen mit den Kerbstöcken in Eine Klasse zu gehören, allein durch einen Grad sehr hoher Vervollkommnung künstliche Mittel, zuerst, mnemonisch, der Erinnerung, hernach, wenn der Schlüssel des Zusammenhanges der Zeichen mit dem Bezeichneten bekannt war, der Mittheilung gewesen zu seyn. Es bleibt nur zweifelhaft, in welchem Grade sie sich von subjectiven Verabredungen für bestimmte und genau bedingte Fälle zu wirklichen Gedankenzeichen erhoben. Dafs sie beides zugleich waren, ist offenbar, da z. B. in denjenigen, durch welche die

Richter von der Art und Menge der verhängten Bestrafungen Nachricht gaben, die Farben der Schnüre die Verbrechen, die Knoten die Arten der Strafen andeuteten. Ob aber in ihnen auch ein allgemeinerer Gedankenausdruck möglich war, ist nicht klar, und sehr zu bezweifeln, da die Verschlingung auch farbiger Schnüre keine hinlängliche Mannigfaltigkeit von Zeichen zu gewähren scheint.

Dagegen lagen in dieser Kunst der Knotenschnüre vielleicht besondere Methoden der Gedächtnifshülfe oder Mnemonik, wie sie auch dem classischen Alterthum nicht fremd waren. Diese scheinen bei den Peruanern wirklich üblich gewesen zu seyn. Denn es wird erzählt, dafs Kinder, um ihnen von den Spaniern mitgetheilte Gebetsformeln zu behalten, farbige Steine an einander reiheten, also, nur mit anderen Gegenständen, ein den Knotenschnüren ähnliches Verfahren beobachteten. In dieser Voraussetzung waren die Knotenschnüre allerdings Schrift im weitläufigeren Sinne des Worts, entfernten sich doch aber sehr von diesem Begriff, da das Verständnifs bei der Mittheilung in der Entfernung auf der Kenntnifs der äufseren Umstände beruhte, und wo sie zu geschichtlicher Ueberlieferung dienten, dem Gedächtnifs doch die hauptsächlichste Arbeit blieb, der die Zeichen nur zu Hülfe kamen, die Fortpflanzung mündlicher Erklärung hinzutreten mufste, und die Zeichen nicht eigentlich und vollständig (wie es die Schrift, wenn nur der Schlüssel ihrer Bedeutung gegeben ist, doch thun soll) den Gedanken durch sich selbst aufbewahrten.

Mit Sicherheit läfst sich jedoch hierüber kein Urtheil fällen. Ich bin auch nur darum in die vermuthliche Beschaffenheit dieser Knotenschnüre, von welchen sich noch im vorigen Jahrhundert einer (aber ein Mexicanischer) in der Boturinischen Sammlung befand, eingegangen, um zu zeigen, auf welche Weise die Völker Amerika's die doppelte Art der Zeichen kannten, zu welcher alle Schrift, wie sie seyn mag, gehört, die durch sich selbst verständliche der Bilder, und die durch willkührlich für das Gedächtnifs gebildete Ideenverknüpfung, wo das Zeichen durch etwas Drittes (den Schlüssel der Bezeichnung) an das Bezeichnete erinnert. Die Unterscheidung dieser beiden Gattungen, die da in einander übergehen, wo die allegorisirende Bilderschrift auch ihre unmittelbare Verständlichkeit aufgiebt, und die, der Masse nach, und im Fort-

schreiten willkührlich scheinenden Zeichen zum Theil ursprünglich Bilder waren, ist aber, und gerade in Rücksicht auf die Sprache, von erheblicher Wichtigkeit, wie man an der Mexicanischen und Peruanischen zeigen kann.

Die Mexicanischen Hieroglyphen hatten einen nicht geringen Grad der Vollkommenheit erreicht; sie bewahrten offenbar den Gedanken durch sich selbst, da sie noch heute verständlich sind, sie unterschieden sich auch bisweilen deutlich von bloſsen Bildern. Denn wenn auch z. B. der Begriff der Eroberung in ihnen meistentheils durch den Kampf zweier Krieger vorgestellt wird, so findet man doch auch den sitzenden König mit seinem Namenszeichen, dann Waffen, als Tropheen gebildet, und das Sinnbild der eroberten Stadt, welches zusammengenommen die deutliche Phrase: der König eroberte die Stadt, und eine viel bestimmter ausgedruckte ist, als die berühmte Saitische Inschrift, die als die einzige angeführt zu werden pflegt, wo sich in dem Zeugniſs des Alterthums zugleich Bedeutung und Zeichen erhalten haben. Man sieht auch aus dem eben Gesagten, daſs es nicht an Mitteln fehlte, auch Namen zu schreiben, und man daher auf dem Wege war, Lautzeichen in der Art der Chinesischen zu besitzen. Dennoch ist sehr zu bezweifeln, ob die Mexicanische Hieroglyphik jemals wahre Schrift geworden ist.

Denn wahre Schrift kann man nur diejenige nennen, welche bestimmte Wörter in bestimmter Folge andeutet, was, auch ohne Buchstaben, durch Begriffszeichen, und selbst durch Bilder möglich ist. Nennt man dagegen Schrift im weitläufigsten Verstande jede Gedanken-Mittheilung, die durch Laute geschieht, d. h. bei welcher der Schreibende sich Worte denkt, und welche der Lesende in Worte, wenn gleich nicht in dieselben, übersetzt (eine Bestimmung, ohne die es gar keine Gränze zwischen Bild und Schrift geben würde), so liegt zwischen diesen beiden Endpunkten ein weiter Raum für mannigfaltige Grade der Schriftvollkommenheit. Diese hangt nemlich davon ab, inwieweit der Gebrauch die Beschaffenheit der Zeichen mehr oder weniger an bestimmte Wörter, oder auch nur Gedanken gebunden hat, und mithin die Entzifferung sich mehr oder weniger dem wirklichen Ablesen nähert, und in diesem Raum, ohne den Begriff wahrer Schrift zu er-

reichen, allein auf einer Stufe, die sich jetzt nicht mehr bestimmen läfst, scheint auch die Mexicanische Hieroglyphenschrift stehen geblieben zu seyn. Ob man z. B. Gedichte, von welchen es berühmte und namentlich angeführte gab, hieroglyphisch aufbewahren konnte? da die Poesie einmal unwiderruflich an bestimmte Worte in bestimmter Folge durch ihre Form gebunden ist, läfst sich jetzt nicht mehr entscheiden. War es nicht möglich, so befanden sich die Peruaner hierin in einer vortheilhafteren Lage. Denn eine Schrift, oder ein Analogon derselben, das nicht die Gegenstände selbst darstellt, sondern mehr innerliches Gedächtnifsmittel ist, kann sich, wenn auch weniger fähig, auf ein anderes Volk, oder eine entfernte Zeit überzugehen, der Sprache ganz genau anschliefsen. Indefs darf man freilich nicht vergessen, dafs ein Volk, welches sich einer solchen Schrift in solchem Sinne bedient, nicht sowohl wirklich eine Schrift besitzt, als vielmehr nur den Zustand, ohne Schrift auf das blofse Gedächtnifs verwiesen zu seyn, durch künstliche Mittel in hohem Grade vervollkommnet hat. Das aber ist gerade der wichtigste Unterscheidungspunkt in dem Zustande mit und ohne Schrift, dafs in dem ersteren das Gedächtnifs nicht mehr die Hauptrolle in den geistigen Bestrebungen spielt.

Welches indefs auch die Vorzüge und Nachtheile jedes dieser beiden Schriftsysteme seyn mochten, so genügten sie den Nationen, welche sie sich angeeignet hatten; sie hatten sich einmal an dieselben gewöhnt, und jedes, vorzüglich aber das Peruanische, war sogar in die Verfassung des Staats, und die Art seiner Verwaltung verwebt. Es ist daher nicht abzusehen, wie eins dieser Völker von selbst auf Buchstabenschrift gekommen seyn würde; die Möglichkeit läfst sich allerdings nicht bestreiten. Das Beispiel Aegyptens zeigt die nahe Verwandtschaft von Laut-Hieroglyphen und Buchstaben und aus der graphischen Darstellung der Verschlingungen der Knotenschnüre konnten Zeichen entstehen, die in der Gestalt den Chinesischen glichen, sich aber phonetisch behandeln liefsen. Es hätte aber dazu eine ähnliche geistige Anlage gehört, als die Aegyptier schon so frühe verriethen, dafs auch die älteste Ueberlieferung sie uns nicht anders darstellt, und es ist allemal ein ungünstiges Zeichen für die künftige Entwicklung einer Nation, wenn sie, ohne dafs jene Anlage zugleich ans Licht tritt, schon einen so bedeutenden

Grad der Cultur, und so mannigfache und feste gesellschaftliche Formen erreicht, als dies in Mexico und Peru der Fall war. Vermuthlich hätte man sich in beiden Reichen, so wie heute in China, den Gebrauch der Buchstabenschrift anzunehmen geweigert, wenn er sich freiwillig, und nicht auf dem nöthigenden Wege der Eroberung dargeboten hätte.

So wie ich versucht habe, bei den grammatischen Formen zu zeigen, dafs auch blofse Analoga ihre Stelle vertreten können, ebenso ist es mit der Schrift. Wo die wahre, der Sprache allein angemessene, fehlt, können auch stellvertretende andere alle äufseren, und bis auf einen gewissen Grad auch die inneren Zwecke und Bedürfnisse befriedigen. Nur die eigenthümliche Wirkung jener wahren und angemessenen, so wie die eigenthümliche Wirkung der ächten grammatischen Form, kann nie und durch nichts ersetzt werden; sie liegt aber in der inneren Auffassung und der Behandlung der Sprache, in der Gestaltung des Gedanken, in der Individualität des Denk- und Empfindungsvermögens.

Wo jedoch solche stellvertretende Mittel (da dieser Ausdruck nunmehr verständlich seyn wird) einmal Wurzel gefafst haben, wo der instinctartig in der Nation auf das Bessere gerichtete Sinn nicht ihr Emporkommen verhindert hat, da stumpfen sie diesen Sinn noch mehr ab, erhalten das Sprach- und Gedankensystem in der falschen, ihnen entsprechenden Richtung, oder geben ihm dieselbe, und sind nicht mehr zu verdrängen, oder ihre wirkliche Verdrängung übt nun die erwartete heilsame Wirkung viel schwächer und langsamer aus. Wo also die Buchstabenschrift von einem Volke mit freudiger Begierde ergriffen und angeeignet werden soll, da mufs sie demselben früh, in seiner Jugendfrische, wenigstens zu einer Zeit dargeboten werden, wo dasselbe noch nicht auf künstlichem und mühevollem Wege eine andere Schriftgattung gebildet, und sich an dieselbe gewöhnt hat. Noch weit mehr wird dies der Fall seyn müssen, wenn die Buchstabenschrift aus innerem Bedürfnifs, und geradezu ohne durch das Medium einer anderen hindurchzugehen, erfunden werden soll. Ob dies aber wirklich jemals geschehen seyn mag, oder so unwahrscheinlich ist, dafs es nur als eine entfernte Möglichkeit angesehen werden darf? darauf behalte ich mir vor, bei einer anderen Gelegenheit zurückzukommen.

# Zur Geschichte des Peträischen Arabiens und seiner Bewohner.

Von
Hrn. C. RITTER.

[Gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 8. Juli 1824.]

Im Allgemeinen sind die Grenzgebiete der Landschaften, wenn man auf die Ausbreitungen der besondern Reiche und der einzelnen Völkerschaften im Morgenlande sieht, weniger bekannt geworden als ihre mittlern Gebiete, wenn schon in Hinsicht der beiden aufsereuropäischen Erdtheile der Alten Welt, im Ganzen genommen die entgegengesetzte Erscheinung hervortritt, da uns ihre beiderseitigen Mitten fast noch gänzlich unbekannt geblieben sind.

In der politischen und ethnographischen Gestaltung ihrer Haupttheile, nämlich der Staatengebiete und verschiedenen Völkergebiete, findet das Gegentheil statt — anders wie in dem jüngern Westen der Alten Welt, wo dagegen die Feststellung der Begrenzung eines Landes und Staates, seinen räumlichem Körper und Gliedern nach, von dem Entstehen, und seinem Daseyn, Wachsen und Werden, kaum mehr getrennt gedacht werden kann. Nicht so im Morgenlande, wo die gröfsere Zahl der uns bekannt gewordnen Geschichten der aufeinander folgenden Herrschaften, in der ältesten, in der mittleren Zeit und selbst in den neuern Jahrhunderten, uns rathlos läfst, wenn wir nach den genauern Grenzbestimmungen der Länder und Staaten fragen, ohne dafs darum doch ein wesentlicher, wenigstens bisher noch nicht gefühlter Mangel in den Geschichten derselben hervorträte.

Dagegen ist es die Mitte der Staatengebiete und der Völkerheimathen, welche dort mit gröfserer Bestimmtheit hervortritt, und auch ein helleres Licht über alles ihr Zugehörige verbreitet; doch nicht sowol die räumliche Mitte, welche sich durch Längen- und Breiten-Grade be-

stimmen läfst, sondern vielmehr diejenige Erdgegend, die ihrem ursprünglichen Oberflächen-Charakter, oder ihrer physikalischen Bildung und organischen Belebtheit nach, den mächtigsten Einflufs gewinnen mufste auf die Anregung, Entwicklung und Ausbildung, sowol ihrer jedesmaligen Bewohner im Zustande derer gröfsern Empfänglichkeit für Natureinflüsse, welche mit dem Fortschritt der Kultur eine immer mehr und mehr abnehmende ist, wie auch auf die Gestaltung ihrer äufserlichen, bürgerlichen und politisch-geselligen Verhältnisse.

Wir können eben diese Mittelpunkte, von denen die einen weitern Umkreis gestaltende Entwicklung ausging, die physikalische Mitte der Länder und Völker nennen, welche nicht selten, wie z. B. für Aegypten im Nilthale, in Meroë, Thebä, Memphis, mit der historischen Mitte zusammenfällt, nämlich mit derjenigen Oertlichkeit, welche als die entscheidende in das historischbedeutende Leben der Völker individuell eingreift, auf welcher auch die dauerndsten Denkmale ihres höhern Kulturlebens sich gestaltet und ihre Zeit überlebt zu haben pflegen, wie z. B. im alten Persis, dagegen anderwärts eben so oft der Unterschied beider Verhältnisse statt findet, wie bei Griechen und Indern die Monumente ihrer Blüthezeit keinesweges das Lokale der Wiege ihrer volksthümlichen Entwicklung bezeichnen.

Die Unterscheidung dieser dreifachen Verhältnisse, örtlicher Naturthätigkeiten und ihrer Einwirkungen nach Mitte und Grenzen (der räumlichen, physikalischen, historischen), die bald in gemeinsame Erdräume zusammenfallen, bald weitauseinanderrücken, und ihren Einflufs dann verdoppeln und steigern, oder durch ihre Absonderung beschränken, abändern, übergreifen und umwandeln, diese wird überall nothwendig seyn, wo solche historisch-geographische Erscheinungen genauer erwogen werden sollen, zu denen auch jene zuerst angeführte Bemerkung gehört, die hier nur an eins derjenigen örtlichen Verhältnisse erinnern sollte, welche auf dem Boden Arabiens besonders beachtet zu werden verdienen, und zu den vielerlei fremdartigen gehört, durch welche das Morgenland sich wesentlich vom Abendlande unterscheidet.

Nicht etwa blofs die bekannte Sitte mancher morgenländischer Gewalthaber alter und neuerer Zeit, die Grenzgebiete ihrer Reiche absichtlich zu zerstören, um mit Wüsteneien, als so vielen sichern Ring-

mauern, ihre Staaten zu umgeben, kann als die Ursache jener Unbestimmtheit und unserer historischen Unkenntnifs gewisser Grenzgebiete angesehen werden, obwol sie öfter gar sehr zur Vermehrung dieser Unkenntnifs durch ganz Asien beitrug: denn in vielen Gegenden haben wir auch keine hinreichenden Beweise für ein solches politisches Verfahren, das auch selbst zuweilen bei Römern (von Kaiser Decius 249 bis 251 *Chronic. Alex.*) gegen Araber, aber fast unablässig bei Iraniern gegen Turanier und Andern statt fand, wie es bei so vielen mongolischen Völkern, und heute noch zwischen Türken und Persern allgemein im Brauche ist.

Der Grund dieser Erscheinung des räumlich Unumgrenzten liegt wol tiefer in den ganz verschiedenen Verhältnissen und den Verbindungen der Elemente der Staatenbildung in den Morgen- und Abend-Ländern, wo in diesen, mehr auf den Besitz des Grundeigenthums und dessen gleichmäfsigen Ertrag, das Wohl, die Dauer, die Sicherheit der Staatseinrichtungen im allgemeinen gegründet ist, dort aber mehr auf der möglichsten Beweglichkeit, Handhabung und Richtung der Kräfte für die oft wechselnden Zwecke und Bedürfnisse des Herrschenden in Krieg oder Frieden beruht. Das Bedürfnifs bestimmter Länderbegrenzung tritt dort als untergeordnetes zurück, wo die Grenze nur als Hemmung erscheint, und diese mit der Macht und dem Wachsthum, oder dem Untergange der Stämme, auch zugleich jedesmal sich natürlich erweitert oder verschwindet.

Wo die Entwicklung der Stämme im Fortschreiten ist, da kann keine Staatengrenze, keine Eigenthumsgrenze für dauernde Verhältnisse bestimmt werden, wie umgekehrt, wo jede Grenze des Besitzthums am Boden bestimmt und abgemessen ist, das persönliche Wachsthum der Völkerstämme nicht im raschesten Fortschritt der Entwicklung bestehen kann, sondern durch andre Umstände und Verhältnisse beschränkt wird.

Bei keinem Volke treten diese Verhältnisse vielleicht nachweislicher und auffallender in den Geschichten und beschwerlicher in den Geographien hervor, als bei den Arabern, und nirgends sind die politischen und geographischen Grenzen ihrer Landschaften durch lange Reihen von Jahrhunderten und Jahrtausenden unbestimmter geblieben, als in dem nördlichen Arabien, obgleich dieses den ältesten Kulturgegenden

der Erde am benachbartesten, gewissermafsen durch sie eingeengt lag, zwischen Babylonien, Assyrien, Palästina, Aegypten, dem *Arabia felix* und Persien.

Nicht die Wüsteneien ihrer Ländergebiete sind die Ursache dieser Erscheinung: denn genauer untersucht, findet sich afrikanische oder völlige Unwirthbarkeit doch eigentlich nur sparsam auf dem asiatischen Boden der Araber, und nur selten sind ihre Stationen und Weidelager auf Tagereisen weit auseinandergerückt. Auch die Rohheit und Versunkenheit der dortigen Völker ist nicht die Ursache jener Unsicherheit der nähern Bestimmungen; denn einstimmig sind die Zeugnisse aller Beobachter von Niebuhr rückwärts, und vorwärts bis auf die neuesten Berichterstatter, dafs nicht leicht ein ähnliches Volk auf der Erde nachzuweisen sei, bei welchem die reinmenschliche und ächtnationale Ausbildung und Entwicklung des ganzen Menschen wie der eigenthümlichen Civilisation des ganzen Volks, alle Stämme in Häuptern und Gliedern so gleichmäfsig durchdränge, als eben das Volk der ächten Araber von dem Fürsten herab bis zum ärmsten wandernden Zeltbewohner.

Auch nicht blofs das Wechseln und Wandern des Nomadenlebens auf unwirthbarem Sandboden, kann als die alleinige Hauptursache jener unbestimmten Begrenzungen angesehen werden; denn im Einzelnen sind unter den Stammesgliedern und Familien die Ländergrenzen, in sofern sie gewisse Gerechtsame der Benutzung bezeichnen, scharf ausgebildet, und reichen noch weiter hinaus als auf das blofs Oertliche im gewöhnlichen Sinne, und dann, so ist doch kaum irgendwo an ein absolutes Wandern oder Umherirren zu denken, sondern nur an ein cyklisches, wo eben die Wanderperiode doch auch ihre genaue Zeit und Ortsbestimmung bei den mehrsten jener Völkerstämme erlangt hat.

Unter diesem allgemeinen Einflusse der Unbestimmbarkeit der äufsern historisch-geographischen Begrenzung, hat vor allen andern Erdräumen des Morgenlandes, bisher, das nördlichste kleinere Drittheil der Arabischen Halbinsel gestanden, das sogenannte Peträische Arabien, das durchaus auf keiner unsrer Karten eine bestimmte physikalische oder ethnographisch-politische Begrenzungslinie erhalten konnte, und bei alten und neuen Schriftstellern, obwol immer unter den Drei Arabien aufgeführt und vielfach besprochen, von den Schriftstellern der Heiligen-

und Profangeschichten, doch immer in einer fast gänzlich formlosen Gestalt und kaum bis auf einzelne hellere Punkte im Dämmerlicht erscheint.

Weder das Land selbst noch das Verhältnifs seiner Bewohner zu ihren ganz verschiedenartigen dreifachen Umgebungen, ist bisher Gegenstand einer vollständigern genauern Untersuchung gewesen, weil eben diese Erdgegend den unbestimmtesten Grenzgebieten dreier nachbarschaftlicher Ländersysteme zugerechnet ward, dem Arabischen, oder dem Syrischen, oder dem Aegyptischen, sowol von Eroberern und Beherrschern, wie von Reisenden, und eben darum auch von den Schriftstellern.

Nicht nur dieser Mangel, sondern vielmehr die historische Selbstständigkeit und Wichtigkeit dieses Erdraums auf den Grenzen zweier Erdtheile, zwischen den für die älteste Menschen- und Völker-Geschichte so bedeutungsvollen Ländern Aegypten, Phönicien, Palästina und Arabien, die nicht ohne vermittelnden Einflufs des alten Nabatäer-Landes, oder des Peträischen Arabiens bleiben konnten, wie wir schon für die allerältesten Zeiten aus dem Durchzuge des Volkes Israel erfahren, machte längst eine genauere Kenntnifs dieser Erdgegend wünschenswerth.

Nur in sehr zerstreuten Bruchstücken haben uns die letzten zwei Jahrtausende über Peträa Bericht gegeben; aber sie haben an Interesse und Belehrung ungemein gewonnen, durch einige wichtige Beobachtungen der letzten Jahrzehende, die uns zur Bestimmung von Oertlichkeiten verhelfen, deren Lage für die Geschichten Moses, Davids, der Ptolemäer, der Seleuciden, der ersten Kaliphen und der Kreuzfahrer, wie für den Weltverkehr zwischen Morgen- und Abendland gleich wichtig erscheint.

Das Nordende des Golfs von Suez, als die westlichste Begrenzung des Peträischen Arabiens, ist zwar schon durch C. Niebuhr (1762) und die Expedition der Franzosen in Aegypten (1800) genauer orientirt worden als vordem, und hiemit hat auch die Küstenbegrenzung der Peträischen Halbinsel durch englische Schiffer (s. Dalrymple) und andre Landreisende, eine der Wahrheit näher kommende Richtung erhalten. Aber der zweite feste Grenzpunkt gegen Norden, durch das Südende des Todten Meeres, ist erst weit später, durch Seetzen (1810) und durch

Burkhardt (1812 und 1816) zu unsrer Kenntniſs gekommen; so, daſs sich von da aus nun endlich Vergleichungen über die Züge der Völker und ihre Ansiedlungen gegen den Süden, in frühern und spätern Zeiten, mit einiger Wahrscheinlichkeit anstellen lassen. Aber die genauere astronomische Bestimmung des dritten, wichtigen, natürlichen Grenzpunktes, nämlich des Nordendes am Golf von Akaba durch die Messungen des vierten der deutschen Reisenden, die sich die gröſsten Verdienste um die Kenntniſs jener Erdgegend erwarben, durch Eduard Rüppel (1817 und zuletzt 1822), macht es nun erst möglich, den ersten Entwurf zu einer Karte des Peträischen Arabiens zu versuchen, und auf ihm, unter der groſsen Zahl der streitigen Punkte dieser Landschaft, diejenigen, welche von dauernder, geographischer und historischer Bedeutung sind, selbst nach den verdienstvollen Arbeiten eines W. Vincent, von neuem einer Prüfung zu unterwerfen, und diesen Erdraum nach seiner ganzen geographisch-historischen Eigenthümlichkeit in das Auge zu fassen. Doch müſste einer solchen Arbeit erst eine Geschichte der Erdgegend und der Schicksale ihrer Bewohner vorhergehen, die uns bisher fehlte, um dadurch den Umfang der Quellen und historischen Fragmente, aus denen ihre genauere Kenntniſs nur allein hervorgehen kann, besser zu würdigen. Ein Ueberblick derselben, so fragmentarisch sie auch nur seyn kann, möchte, andere Gründe übergehend, hier um so wünschenswerther seyn, da wir durch die Sammlungen unsrer so ausgezeichneten reisenden Naturforscher, der Herren Doctoren Ehrenberg und Hemprich bei ihrem wiederholten Aufenthalte im Hafen von Tor, an dem Südgestade dieser Halbinsel, bald neuen Aufschlüssen über dieselbe entgegensehen, da die durch dieselben herbeizuschaffende Abschrift des Ebn Batuta, auch wol über diese Landschaft wichtige Belehrungen verheiſst, da ferner auch der handschriftliche Nachlaſs von Seetzen, der hier so sehr thätig war, uns bis jetzt immer noch vor enthalten blieb, aber doch die gröſsere Theilnahme für dessen Bekanntmachung höchst wünschenswerth ist.

Die Zusammenstellung und wiederholte Prüfung des Vorhergegangenen und früher bekannt Gewordenen kann zur Erläuterung aller nachfolgenden Berichte immerhin Einiges beitragen, wo noch im Ganzen so Weniges wie hier geschehen ist.

Sehr sparsam sind, aufser den historischen Schriften des Alten Testaments, welche das Volk Israel durch die Peträische Halbinsel begleiten, die Nachrichten der Alten über diese ganze Landschaft, denen das seitwärts gelegene Innere derselben fast unbekannt blieb, da selbst dem Herodot, von der Ostseite Aegyptens und den dortigen Meeresgestaden, durch die Priester des Nilthals keine besondre Aufklärung zu Theil ward, als nur das Daseyn eines vierzig Tagereisen langen, arabischen Meerbusens (Herod. II, 11). Einige Küstenpunkte und Linien sind durch ein paar alte Periplen ungefähr beschrieben, durch den des Agatharchides aus Cnidus (120 a. Chr. n.) und den, dem Arrhian zugeschriebenen, aus dem ersten Jahrhundert nach Christo. Durch ein paar Geographen sind nur noch sehr unzureichende Nachrichten von der Südseite her gegeben, durch Eratosthenes (c. 200 a. Ch. n.) Artemidorus von Ephesus (c. 100 a. Chr. n.) und durch deren Berichterstatter Strabo, Diodor und Ptolemäus, welche letztere dort nicht bekannt waren, aber diesen, jedoch auch noch einigen andern Nachrichten folgten, die sie zum Theil anders wieder gegeben haben, oder die uns doch mitunter entstellt überliefert wurden, wie dieses sich, theilweise wenigstens, aus der Ptolemäischen Tafel des Arabischen Meerbusens ergiebt.

In das Innere des Landes führen uns, die Nachrichten der Israeliten ungerechnet, zum ersten male, die Kriegsberichte des Diodor von den Feldzügen des Antigonus gegen die Nabatäer, nach Alexanders Tode, die er, den ersten, dem Athenäus, den zweiten, seinem Sohne Demetrius Polyorketes auftrug (*circ.* 310 a. Chr. n.). Diesen letztern beschreiben Diodor Sicul. [1] und Plutarch, im Leben des Demetrius; vom erstern spricht nur Diodor allein. Beide gingen nach einem Orte, der hier zum ersten male Petra (*εἰς τὴν Πέτραν*, eine starke Veste), als die der Nabatäer, im Süden der eroberten Provinz Idumaea (*Ἰδουμαίας ἐπαρχίας*; Eparchie und Satrapie) genannt wird. Dieses Petra lag drei Tagereisen, zu denen Athenäus auch die Nächte hinzu nahm, ab, von dem Orte von wo Athenäus auszog, wie Diodor sagt: der Weg dahin ging durch beschwerliche wasserlose Gegenden. Die bebautere Landschaft, deren Name aber nicht genannt wird, war zwei Tagereisen

---

(1) Diodor Sicul. *L.* XIX *c.* 94-98. *ed. Laurent. Rhodomani, fol.* 731 (*p.* 722).

davon entfernt; dahin hatten die Nabatäer sich zu einer grofsen Festfeier (Πανήγυρις) begeben, und ihre Güter in jenem Petra (ἐπι τινὸς Πέτρας) zurückgelassen, nebst Greisen, Weibern und Kindern. Der Ort war sehr fest durch seine Anhöhen, aber ohne Mauern; es war eine Niederlage von Weirauch, Myrrhen, Aromaten und Metallen, davon Athenäus bei seinem nächtlichen, aber nachmals verunglückten Ueberfalle eine grofse Beute nebst 500 Talenten Silbers entführte. In der Mitte ihres schwerzugänglichen Landes hatten die sorglosen Nabatäer, die an keine Gefahr dachten, auch keine Wache bei ihrer Burg zurückgelassen. Aber gleich anfangs durch Eilboten bei ihrer Festfeier von der Annäherung des Griechenheeres benachrichtigt, das aus 4000 Leichtbewaffneten und einer gehörigen Zahl Reiterei bestand, waren sie aufgebrochen von ihrer Versammlung und nach der ausgeleerten Felsburg zurückgekehrt, von da aber dem schon flüchtig gewordnen Feinde in die Wüste gefolgt; den sie auch, 200 Stadien fern von ihrer Burg, in der Nacht, im tiefen Schlafe überfielen, und bis auf einige funfzig Reiter vernichteten, die gröfstentheils verwundet, doch noch durch die Flucht sich retteten. Antigonus Plan grofse Beute zu machen ward also diesmal vereitelt, da die ganze Unternehmung mifslang und die Nabatäer ihr entführtes Eigenthum wieder gewannen.

Da Diodor ausdrücklich sagt, dafs Antigonus diese Expedition aussendete nachdem er so eben Herr von Syrien und Phönicien geworden war: so ist es wohl möglich, dafs er die Kenntnifs dieses Petra und seiner Schätze im Nabatäer Lande, nach denen er strebte, bei den Phöniciern in Erfahrung gebracht hatte, deren Zwischenhändler eben dieses Volk, mit den südlichern Arabien und Aethiopien bisher gewesen war. Die Nabatäer treten also, selbst wenn diese Felsburg auch nicht das berühmt gewordene Petra, sondern nur eine nördliche Station desselben war, doch sogleich mit dieser Begebenheit in der Geschichte, in der ganzen Wichtigkeit auf, die sie in älterer Zeit für Tyrische und Jüdische Beherrscher hatten; in einem Verhältnifs, das mit den Veränderungen nach Alexanders Tode nach und nach mehr gestört ward, aber das eben dazu beitrug, ihnen aus der ehemaligen Abhängigkeit von Phöniciern und Syriern, zu einer Selbständigkeit in Handel und Herrschaft zu verhelfen, die sie früher nicht hatten. Denn eben damals war Tyrus

gefallen. Des Demetrius Feldzug gegen dieses Petra um das Jahr 310 (a. Chr. n.), in Auftrag seines Vaters Antigonus, war nur eine Wiederholung jenes ersten unglücklichen Versuches, bei dem Athenäus sein Leben eingebüfst hatte. Demetrius ging mit weit mehr Vorsicht und Milde zu Werke. Die Nabatäer vertheidigten ihr Petra mit Tapferkeit, und der Städtebezwinger Demetrius ging, ohne die Veste erobert zu haben, zu der nur ein einziger durch Kunst gemachter Eingang führte, einen Vertrag mit den Nabatäern ein, die durch eine Gesandschaft der Aeltesten an ihn, die Geschenke genau bestimmten, zu denen sie sich gern verstehen wollten, um nur in Friede und Freundschaft mit Antigonus und den Griechen zu bleiben. Demetrius zog von Petra 300 Stadien weit fort, und schlug sein Lager am Asphaltischen See auf, den Diodor zu der Eparchie Idumäa, nämlich seines Vaters rechnet. Plutarch sagt zwar, Demetrius habe unermefsliche Beute von den Nabatäern gemacht und 700, wahrscheinlich beladene, Kameele mitgebracht, Antigonus war aber mit dem Gewinn der Expedition nicht sonderlich zufrieden. Die Umstände, welche Diodor bei Demetrius Belagerung dieses Petra angiebt, werden zur Bestimmung von dessen Lage benutzt werden. Es ist unstreitig die, von Burckhardt zuerst seit den Kreuzzügen wieder besuchte steile Felsburg Kerek, Karac, (Ῥεκὲμ bei Eusebius, Charak der Römer) in Südosten des Todten Meeres, der Bischofssitz Battra der Latiner. Von ihr läfst sich in zwei Tagereisen das berühmtere Petra, dessen Ueberreste Burckhardt in Wady Musa wieder vorfand, gut erreichen; und an diesem bebautern und bewohntern Orte wurde, sehr wahrscheinlich, — wenn nicht schon in dem etwas nördlicher gelegnen, fruchtbaren Wady Ghoeyr — die Panegyris gefeiert. Die Nabatäer wurden damals von den Syriern also nicht unterworfen, und scheinen, da zumal ihr Hauptort gar nicht berührt war, auch in diesem Zustande der Unabhängigkeit geblieben zu seyn [1], während die Ptolemäer das nahe Aegypten beherrschten. Von da aus wird, uns wenigstens, keine Nachricht zu Theil, dafs auf dem Landwege das Peträische Arabien von den Aegyptern angefeindet worden wäre. Aus andern Umständen und einigen dort aufgefundenen Denkmalen, läfst es

---

(1) Diod. Sicul. *L.* II. 48.

sich hingegen wohl sehr wahrscheinlich machen, dafs in dieser für den Handel so günstigen Periode, selbst einzelne Aegyptische Colonien sich allmählig dort ansiedelten, wie ihre Architecturen und hieroglyphischen Inschriften beweisen, die neuerlich in der Mitte jener Arabischen Landschaft bekannt geworden sind. In diese Zeit fallen die Berichte der Ptolemäischen Schiffer auf dem Nordende des Arabischen Meerbusens, die gleich anfangs genannt worden sind.

Die zwei Feldzüge der Römer, der frühere des Aelius Gallus unter Octavianus Augustus (im Jahr 24 a. Chr. n.) (1), von dem Dio Cassius irrig meint, dafs es der erste und auch wol der letzte nach einem solchen Lande seyn werde, und der etwas spätere, aber glücklichere des Cornelius Palma, unter Kaiser Trajan (105 u. 106 *p.* Chr. n., im Auszug des Dio Cassius im Xiphilin *L.* 68. 14 *ed. Reimarus*) (2), nach dem Peträischen Arabien, geben, der erste, wegen seines unglücklichen Ausganges, der letzte weil wir nur den Auszug von Dio Cassius Erzählung besitzen, weniger Belehrendes, als man hätte erwarten sollen, da es Strabo ist, der den Bericht seines Freundes, des Feldherrn Gallus, giebt. Fast sind es nur Klagen über dort ausgestandene Noth und Beschwerden, weil die Römer über die Art in den Einöden Arabiens den Krieg zu führen noch in der gröfsten Unwissenheit waren, und so ganz auf die Leitung der dortigen, wie sie sagen, treulosen Bundesgenossen sich verliefsen, ein Name, den ihnen die Römer gaben, seit Julius Cäsar in Aegypten, mit Hülfe Nabatäischer Reiterei, Alexandria belagert hatte.

Der Mangel näherer Erforschung und Bekanntwerdens jener Peträischen Landschaft, die für den ältern Handel so wichtig gewesen war, bleibt in jener Zeit, bis auf Gallus Expedition, immer auffallend, und zeigte sich wohl eben darum, weil es schon Alexander d. Gr., dem Entdecker des Morgenlandes, nicht gelungen war, wie die persischen Gestade durch Nearch, so auch die innern Gestade des Arabischen Meerbusens durch Hiero von Soli, den Cilicier, erforschen zu lassen, den er kurz vor seinem Tode beauftragt hatte, mit seinem Ruderschiffe die Arabische Halbinsel zu umfahren, vom Euphrat bis zur Meeresbucht

---

(1) Dio Cassius *L.* 53. 910, und Strabo XVI.

(2) Dio Cassius *ed. Reimarus, Hamb.* 1752. *T.* II. *fol.* 1131. 3.

von Heroopolis gegen Aegypten hin. Denn dieser kehrte bald, wie Arrhian erzählt (*de Exped. Alex.* VII. 20), erschreckt durch die Gröfse des Arabischen Chersonesus, der nicht geringer sei als der Indische an Umfang, zu dem Euphrat zurück, und auch dieser Entwurf, wie alle andern, welche Alexander wegen der Erforschung in Beziehung Arabiens gemacht hatte, blieb unausgeführt.

Wären so manche verloren gegangene Werke aus den Zeiten der Ptolemäer Könige gerettet worden, so würden wir vielleicht über Peträa mehr Aufklärung erhalten haben. Ptolemäus Philadelphus (273-247 a. Chr. n.) liefs durch seinen Flottenführer Timosthenes auch den Arabischen Meerbusen beschiffen um ihn zu erforschen und zu beschreiben; dafs dieser schon einige Aufmerksamkeit auf die Küsten Peträas verwandte, sehen wir aus den wenigen Fragmenten die Eratosthenes und Plinius aufbewahrt haben; doch ist es gewifs, dafs späterhin die innere handelsreiche Landschaft, ihnen noch wichtiger ward.

Die Ptolemäer hoben gleich anfangs, nach Alexanders Tode, bekanntlich durch ihre Sicherung und Kultivirung der Westküsten des Arabischen Meerbusens, Handel und Schiffahrt der Aegypter nach den Gestaden des südlichen Arabiens, Persiens, Indiens, und erhöhten dadurch den Verkehr und das Interesse aller Anwohner dieser grofsen Wasserstrafse. Ihr wichtigster Hafenort ward das neubegründete Berenice: von da aus, sagt Arrian [1], oder vielmehr der Verfasser des unter seinem Namen zur Zeit Kaiser Claudius (*circ.* 54 n. Chr. G.) oder wol noch etwas später geordneten Schifferberichts [2] (*circ.* 76 bis 99 der Regierungszeit Za-Hakales), von Berenice aus gehe, ganz entschieden, die wichtigste Seefahrt Aegyptens aus, wenn schon die nördlichern Hafenorte nicht völlig unthätig blieben. Aber von Berenice war das Bestreben jedes Aegyptischen Schiffers, sogleich, quer über den Meeresarm in zwei bis drei Tagen, den gegenüberliegenden Hafen Leukekome zu erreichen, von da weiter südwärts zu steuern, und an den reichern

---

(1) *Periplus Maris Erythraei, ed. Huds.* I. *p.* 11.

(2) S. Mannert V. 1, *p.* 161; bestätigt von Salt *Travels in Aethiopia p.* 460 wegen Ζωσκάλης, Za-Hakale: Erdkunde I, *p.* 223.

Sabäischen Küstengestaden dem Indischen Handel nachzugehen. So wurde freilich das Nordende des Arabischen Meerbusens, das man wegen seiner seichten Meeresstellen, wegen seiner gefahrvollen Felsküsten und seeräuberischen Anwohner fürchtete, vermieden (1), da es ganz aufser dem Wege der Hauptstrafse der Schiffer liegen blieb, und die direkte Schiffahrt aus dem Heroopolitanischen Golf gegen Südost bei solchen Umständen wenig beschäftigt gewesen zu seyn scheint, nicht so die Strafse zu Lande. Dennoch würden wir in den geographischen Werken der ersten Ptolemäerzeiten gewifs mehr Aufschlufs über das Innere des Peträischen Arabiens erhalten haben, da der Name der Stadt Petra (Πέτρα, Πετρᾶιος der Bewohner bei Steph. Byz.) und der des Peträischen Arabiens gleich anfangs auch durch Eratosthenes Beschreibungen, wie es scheint, zuerst in allgemeinern Gebrauch kam (2), und dieser Ort sogleich (wie auch Antigonus Geschichte zeigt, wo nur das nähere Petra irrig mit dem entferntern und gröfsern, von Diodor, als identisch genommen ward, denn auch jenes kennt er *Lib.* II. 48), als ein bedeutendes, sehr altes Emporium, auf der Strafse gegen Phönicien hin hervortritt, das damals gewifs auch alsbald die Aufmerksamkeit der handelnden Aegypter und der Ptolemäer auf sich ziehen mufste.

In den Fragmenten früherer Geschichtschreiber und Geographen, wie des Hekatäus von Milet, Herodots und Anderer, ist keine Spur von der Kenntnifs Peträa's bei den Griechen und Kleinasiatischen Schriftstellern vorhanden, da dieser Ort wol bis dahin, in seiner Abgeschiedenheit nur Handelsgeheimnifs der Phönicier, damals zuerst wol zur Kunde der Griechen gekommen seyn mochte, als durch Alexanders Zerstörung von Tyrus, den Besitzern dieses Waarenstapels, der bisherige Handelskanal für ihren Weitertransport und Absatz, gegen den Westen, abgeschnitten worden war.

Die feindliche Habgier des Antigonus nach ihren Schätzen konnte wol keineswegs dazu geeignet seyn, die Peträer zu Freunden der Syrischen Herrscher zu machen, und diese Lage war es wol, durch welche

---

(1) Arrian. *l. c. p.* 12.

(2) Strabo XVI. *p.* 767 *ed. Tsch.* VI. *p.* 390.

sie nach neuen Handelsverbindungen sich umzusehen genöthigt wurden, die ihnen auch bei der Erbauung und dem schnellen Emporblühen von Alexandria an dem Gestade Aegyptens nicht fehlen konnten.

Diodor (1) sagt uns wirklich, dafs diese Nabatäer, die vorher durchaus nur im Frieden mit ihren Heerden und dem Handel auf dem Lande beschäftigt gewesen, seit jenen Zeiten im Ailanitischen Golfe und umher dem Seeraube sich ergaben, bis die Aegyptischen Könige sie zur Ruhe gebracht hätten.

Seit Eratosthenes (wenigstens 200 J. v. Chr. Geb.) durch den der Name des Petraischen Arabiens zuerst in allgemeinen Gebrauch gekommen zu seyn scheint, und durch Artemidorus, ist nun bei allen Schriftstellern über Arabien, auch von dem Hauptorte, dem grofsen Petra in der Mitte des Nabatäer-Landes die Rede, der, während der Herrschaft der letzten Ptolemäer als die Residenz eines bedeutenden, einheimischen Königshauses auftritt. Dessen Lage entspricht, nach Strabo's genauester Angabe, vollkommen dem wieder aufgefundenen ruinenreichen Wadi Musa. Strabo's treffliche Beschreibung (2) war bisher unverständlich geblieben; aber sie giebt das treuste Abbild des sehr eigenthümlich gelegenen Ortes, in einer ebenen, quellenreichen, selbst bis heute starkbewohnten Gegend, die überall durch die Natur von Felsen ummauert, und dadurch zur natürlichen Veste gemacht ist, nicht auf einer Berghöhe, wie man bisher annahm, sondern im Felsthal, zu dessen befruchteter Tiefe nur enge Schluchten als Felseingänge führen, welches selbst wiederum in der Mitte der einförmigern Wüstenlandschaft liegt.

Von diesem grofsen (nicht dem nördlicher gelegenen) Petra der Nabatäer (*Petra magna*), ist nun überall die Rede, das von den Waarenführern auf dem Landwege besucht wird, als Stapelplatz. Von den Minäern (70 Tagereisen in Südost) (3) und von den bekanntern Gerrhäern (40 Tagereisen) von Nordost herkommend. Aber eben so auch von der Seeseite her: denn der Periplus des Erythräischen Meeres sagt es, dafs

---

(1) Diodor Sicul. *Lib.* III. *p.* 123.

(2) Strabo XVI. §. 21, *ed. Tzsch. p.* 441.

(3) Eratosthen bei Strabo XVI. *l. c. p.* 394.

von dem Seestapel und der Zollstätte Leukekome nun auch der Handelsweg nach Petra ([1]) führe.

Mehrere dieser Nabatäerfürsten nennt die Geschichte. Einen solchen König der Nabatäer, Malco, führt späterhin auch Hirtius Pansa ([2]) an, der von Julius Cäsar in Alexandria (*circ.* 47 v. Chr. Geb.) zur Sendung von Reiterschaaren aufgefordert ward, ihm damit Beistand gegen die Aegypter zu leisten. Denselben scheint Dio Cassius Malchus zu nennen, vielleicht aber damit nur die dort einheimische nabatäisch-arabische Fürstenwürde eines Melek bezeichnend, die nach Plinius ([3]) Zeugnifs auch südlichern arabischen Fürsten gegen Adana (Aden) zukam.

Der König in Petra, des Octavianus Augustus Zeitgenosse, wird Obodas genannt, der Bundesgenosse der Römer, welche die Ueberwinder seiner nördlich benachbarten Feinde der Seleuciden waren, dem aber doch ein Theil der Schuld an dem verunglückten Feldzuge des ägyptischen Statthalters, des Aelius Gallus, beigemessen wird, weil jener Obodas, wie es dort der Gebrauch war, aus dem Königsgeschlechte der Nabatäischen Araber erwählt, alle Sorge seinem obersten Staatsbeamten (ἐπίτροπος, Statthalter) ([4]) dem Syllaeus, welcher den Titel Bruder (Ἀδελφὸς) führte, überlassen hatte. So vortrefflich dieser auch für die Verwaltung bei den Nabatäern besorgt war, so vernachlässigte er doch, in allem, die Pflege für das Römerheer und mag, sogar wol absichtlich, das Verderben dieser unwillkommnen Gäste gefördert haben, die mit der Unterjochung Syriens auch die Erringung der Obergewalt in Arabia Peträa und felix beabsichtigten. Für jenen Verrath an dem Herrschervolke, durch welchen Syllaeus ihrem Plane entgegenarbeitete, ward ihm späterhin auch, wie Flav. Josephus und Nicol. Damascenus berichten, in Rom die Bestrafung ([5]).

Strabo sagt, dafs Petra's Bewohner in grofsem Wohlstande lebten, treffliche Gesetze hätten, dafs die Stadt ein grofses, reiches Emporium

---

(1) Arrian *Peripl. Mar. Erythr. l. c. p.* 11, εἰς πέτραν πρὸς Μαλίχαν βασιλέα Ναβαταίων.

(2) *De Bello Alexandrino* I. *init.*

(3) Plin. *H. N.* VI. 34.

(4) Strabo XVI. *l. c. p.* 443.

(5) Note 4 *p.* 295. *Du Theil ad Strab. ed. Paris. T.* V.

sey und Handelskaravanen, so zahlreich wie ganze Heere, nach Leukekome sende. Früherhin hatten dem Athenaeus mit seinem Griechenheere, nach Diodor's Angabe, 8000 Nabatäische Reiter Verderben gebracht. Ihre Macht war also schon damals bedeutend. Diesesmal gaben sie den Römern 1000 Mann Hülfstruppen zu Aelius Gallus Kriegszuge mit; späterhin sandten sie weit gröfsere Macht zur Vertheidigung Jerusalems gegen Vespasianus und Titus, wie Josephus umständliche Erzählung lehrt. Ihre Macht war damals sehr ausgezeichnet. Den Römern war also dies Nabatäische Handelsvolk, oder waren diese Peträischen Araber, welches bei ihnen immer in gleicher Bedeutung genommen wird ([1]), so wenig ergeben, als sie es früherhin den Syrern und wol auch den Ptolemäern gewesen seyn mögen, die ihnen mit Tyrus Zerstörung den alten Waarenzug und damit ihren Haupterwerb abschnitten, sie abhängig nach aufsen machten und ihren Verdienst über Berenice und Koptos ([2]) zum Nilthal nach Alexandria ableiteten. Sie huldigten den Ptolemäern offenbar eben so wenig, als vor deren Dynastie den Aegyptern, da sie immer im Interesse ihrer alten Gefährten und vielleicht selbst Stammesverwandten der Phönicier gestanden hatten.

In dieser Hinsicht ist es doppelt zu bedauern, dafs uns auch des Numidischen Königssohnes, des gelehrten Juba Werke über Arabien ([3]) verloren sind, der aus Karthagischen Schriften schöpfte und gewifs auch über die Unternehmungen der Phönicier in Petra unterrichtet war.

Doch scheint es allerdings, wie schon oben bemerkt, dafs dieselben Nabatäer späterhin auch wol mit den Aegyptern sich mehr befreundeten, als ihnen die Handelsstrafse über Gaza oder Rhinocolura (jetzt El-Arish), die Phönicierstadt, wie Strabo sagt, eröffnet ward, und die Karavanen von diesem Emporium und von Palmyra wieder bei ihnen zusammentrafen, nach Plinius Bericht ([4]).

Die anfänglich scheinbare Ergebenheit gegen Römerherrschaft wandelte sich schon in den Jüdischen Kriegen unter Titus in die bitterste

---

(1) Plinius VI.

(2) Strabo XVI. *p.* 449, *ed. Tzsch.*

(3) Plinius *H. N.* VI, 31.

(4) Plinius *H. N.* VI, 32 *p.* 714.

Feindschaft um, und zu Trajans Zeiten ward, nach mehrmals wiederholten Versuchen, durch die von Dio Cassius angeführte Expedition des Cornelius Palma, der selbständigen Herrschaft dieser, auch gegen die Römer treulos befundenen Bundesgenossen, wie es heifst, ein Ende gemacht, Arabia Petraea unterworfen, und die Regententafel der Nabatäer Könige, wie sie schon Vincent zusammengestellt hat, findet hier ihre letzten Namen (1).

Arabia Petraea tritt nun als Römische Provinz in den Verzeichnissen Römischer Geschichtschreiber auf, und mehrere Feldzüge der Römer nach Arabien gehen mehr gegen die nördlichen Gebiete der reichern Sabäer, an die Grenzen von Arabia felix (Eudaemon bei Plin.), als gegen die Nabatäer in Arabia Petraea. So schwankend auch die Oberherrschaft der Römer von Palästina bis zum innern Arabischen Meerbusen gewesen seyn mag, in der Ptolemäischen vierten Tafel von Asien, im *Lib.* V. *c.* 17. von Arabia Petraea, zeigt sich eine weit genauere Kenntnifs der Land- und See-Seite und ihrer Verbindungen, als früherhin. In den Itinerarien (2) werden zweierlei verschiedne grofse Heeresstrafsen durch dieses Land verzeichnet, deren einzelne Ueberreste sich hie und da in Meilenzeigern und Pflastersteinen bis heute noch nachweisen lassen, und in der *Notitia Dignitatum* (*circ.* 400 n. Chr. Geb.) ist Arabia Petraea eine Praefectur mit *Dux* und *Praeses*, deren Hauptsitz zwar Bostra (3) nicht Petra ist, deren Legionen und Standquartiere aber, von da auf der ganzen Ostseite des Jordan und des Todten Meeres bis Zoar und Thamata (4) (Themna b. Ptolem., Thamnata b. Joseph. *Antiq.* XIII.) d. i. bis Thamud zum Meere reichen, also als Grenzposten gegen Osten wider die Araber von Hedjaz dienen, und das eigentliche, früher so genannte Peträische oder Nabatäische Arabien zwischen den beiden innern Golfesarmen beschützen.

---

(1) W. Vincent *Peripl.* II, 232, 234, 250, 326, 442, 446.

(2) *Tabula Itineraria Peutingeriana ed. C. Mannert. Lips.* 1824. *Segm.* IX.

(3) *Notitia Dignitatum Imperii Orientalis c.* CXVI. *de Praeside et Moderatore Arabiae etc. ed. Pancirolli Comment. p.* 74 *etc.*

(4) Richter 14. Maccab. 1.

Diese letztere Landschaft wird dagegen in diesen nun schon christlich gewordenen Zeiten unter dem Titel von Palästina mit abgehandelt, als Palästina tertia, eine Eintheilung, die seitdem durch das ganze Mittelalter hindurchgeht, wo der Name des Peträischen Arabiens aus seiner ursprünglichen Lage weiter gegen den Osten verdrängt ward und verlegt bleibt, und nie wieder im Lande der Nabatäer in Aufnahme gekommen ist, sondern nur aus alten vorchristlichen Jahrhunderten auf die moderne Geographie übertragen wurde.

Von hier an beginnt für diese Landschaft und ihre Bewohner eine neue Periode mit den christlichen Beherrschern des Oströmischen Kaiserthums. Die *Notitia Dignitatum Imperii Orientalis* nennt uns dort die *Equites sagittarii indigenae Mohailae,* und den *Praefectus legionis decimae Fretensis Ailae* (1); also Besatzungen von einheimischen und fremden Römischen Legionen, die am innersten Meereswinkel des östlichen der Doppelgolfen ihre Standquartiere hatten, und zur Beschützung sowol der Landwege als der Küstenfahrten angewiesen waren. Denn Hieronymus, der bekanntlich so lange Zeit im Gelobten Lande lebte, sagt uns ebenfalls (2), dafs Aila, die Station der zehnten Legion, im innersten Winkel des Rothen Meeres liege, ein Römisches Präsidium am äufsersten Südende Palästina's sey, an der südlichen Einöde, wo die Schifffahrt von Aegypten nach Indien vorüberführe, wie auch wieder von da zurück. Also war damals, Anfang des fünften Jahrhunderts (Hieronymus stirbt 420), diese Fahrt wieder im Gange; und Aila, das Emporium, das ehedem Ailat hiefs, nach Hieronymus Bemerkung. Seitdem wird der anliegende Meerbusen bei den Schriftstellern immer der Ailanitische genannt.

Aber nicht blofs als Hafenstation nach Indien und als Römisches Castrum wird uns dieser innere Meereswinkel, der bis tief gegen das alte Petra sich nordwärts hinzieht in das alte Nabatäerland, um jene Zeit merkwürdig, sondern auch dadurch, dafs wir schon bei den Unterschriften des Nicäischen Conciliums die Worte finden: *Petrus Episcopus*

---

(1) *Notit. Dignit. l.c. fol.* 92 *b.*

(2) *Onomasticon Urbium et Locorum Sacrae Scripturae, in Ugolini Thesauro Tom.* V, *pag.* 29 *etc.*

*Ailensis ex Palaestina Provincia* (1); also schon im Jahre 325, die erste bestimmte Spur dortiger Ansiedlung des Christenthums.

Die gröfsere Sicherheit, in welcher unter dem Schutze der Römischen Imperatoren und später der christlichen Kaiser sich die Provinzen des Römischen Reiches im Oriente befanden, förderte unstreitig auch die Ausbreitung und Ansiedlung Römischer und christlicher Unterthanen des Reichs, in jenen, dem übervölkerten Aegypten und Palästina so nahen Gegenden des Peträischen Arabiens, wo bekanntlich sich bald die Einöden mit Eremiten füllten. Schon zu Strabo's Zeiten hatte das abgelegene Petra sehr viel Anlockendes für fremde Ansiedler gehabt. Athenodorus der Philosoph, der Lehrer des Tiberius und des Strabo Freund (2), der sich bei den Peträern aufgehalten, war ungemein überrascht worden, dort so sehr viele Römer zu finden, und auch andere Fremde, die dahin eingewandert waren. Indefs die Peträer unter sich im besten Einverständnifs lebten, und nach Athenodors Erzählung nie im Streite unter einander lagen, standen dagegen die Fremden immer unter einander in Händeln, und erregten auch oft den Bewohnern von Petra Streit. Die verheerenden Kriege in Italien, Griechenland und Nordafrika füllten bekanntlich die Morgenländischen Provinzen des Reichs im vierten und fünften Jahrhundert mit Kolonisten aus dem Abendlande zu wiederholten malen, und bevölkerten auch den Eremus um Petra und Aila. Beiden Orten im Süden und Westen liegt das Gebirge des Sinai, in der Mitte des alten Landes der Nabatäer, zwischen beiden Endgolfen des Rothen Meeres.

Sina, der früherhin von den Profanscriptoren ungenannt bleibt, und zuerst in der Peutingerschen Tafel (*Segm.* IX) auf dem Itinerarium angebracht ist, dieser Sina, sagt Procopius der Geschichtschreiber (3), war zu seiner Zeit (*circ.* 550) von vielen Mönchen bewohnt, die, wie er sich ausdrückt, in erwünschter Einsamkeit frei umher schweiften, deren Leben aber nur in Todesbetrachtungen verloren gehe. Ihnen erbaute

---

(1) Strabo XVI, *p.* 349. *Not. Tzsch. cf. Cellarius; Salmasius Exercit. in Plin. p.* 342 *etc.*

(2) Strabo XVI, *ed. Tzsch. p.* 441.

(3) Procopius *de Aedification. Iustiniani. Venetiis* 1729. *Lib.* V, *c.* 8.

Kaiser Justinian eine Kirche, nicht sowol auf dem Gipfel des Bergs, denn da könne, sagt Procop, kein Mensch übernachten, sondern tiefer unten, weit entfernt von der gröfsten Höhe. Dort, sagte man zu Procopius Zeit, solle Moses Jehovahs Gesetze bekannt gemacht haben. An den Fufs des Gebirgs erbaute der Kaiser auch ein sehr starkes Castell und legte treffliche Besatzung hinein, damit nicht von jenem Gestade die barbarischen Saracenen — ein allgemeiner neuer Name statt des alten der Nabatäer, der seit Plinius und Ptolemäus für dortige Nomaden, nebst dem Namen der Sceniten (Zeltbewohner) in Gebrauch kommt — unvorhergesehn in Palästina einfallen könnten.

So weit Procopius, der leider den Namen dieses Castells nicht angiebt, obwol es eben dasjenige Aila seyn könnte an der grofsen Heerstrafse, von dem Hieronymus und vor ihm schon Eusebius (er stirbt 340), als von einem Standquartiere der Römer spricht (1), falls sich nicht nähere Trümmer eines Castrums am Fufse des Sinai nachweisen liefsen.

Bald darauf, noch vor dem Jahre 600, aber nach dem Jahre 553, etwa um das Ende des sechsten Jahrhunderts, bewallfahrtete Antoninus Martyr (2), noch ehe Beda in Europa seine Kirchengeschichte schrieb, und kurz vorher, ehe der Caliph Omar im alten Peträa die Obergewalt gewann, nachdem er Palästina besucht hatte, auch das Gebirge Sina. Von Gaza aus über Eulalia (wohl Eulasia, Elusa der *Tabul. Peutinger.*) (3) wahrscheinlich auf der damaligen Römerstrafse, wie sie die Peutingerische Tafel angiebt, ging Antoninus zuerst zu dem Berge Oreb, und von da zum Berge Sina, in dessen vor kurzem erbauten Kloster er drei Aebte fand, welche die Syrische, Griechische, Aegyptische und die Besta-Sprache (*Bestam*? *ob Bostram*? die Arabische?) verstanden. Auf dem Gipfel des Sina hatten sie ein kleines Oratorium errichtet. Antoninus fand den Berg felsig, nackt ohne Erddecke, aber in der Umgegend eine grofse Menge von Zellen und Wohnungen der Eremiten, ganz auf ähn-

---

(1) Euseb. *Onomasticon l.c.* ἐγκάθηται δὲ αὐτόθι τάγμα Ῥωμαίων τὸ δέκατον.

(2) *Itinerarium Beati Antonini Martyris, ex Museo Menardi, Iulimagi-Andium.* 1640, 4. *p.* 28.

(3) *Tabula Peutingeriana sect.* IX, *conf. Itinerar. Antonini Augusti ed. P. Wesseling. Amstel.* 1735, 4. *p.* 721.

liche Weise wie am Oreb. Aber jene Einsiedler waren keinesweges die alleinigen Bewohner dieser Einöden, denn auf einem Theil des Berges Oreb verehrten die Saracenen, so sagt Antoninus, der dieselben nachher auch Ismaëliten nennt, ihr Marmor-Idol, das so weifs wie Schnee aussah, und seine bestellten Priester hatte, angethan mit einer Dalmatica und einem Pallium von Leinwand. An ihrem grofsen Feste verwandelte sich die weifse Farbe ihres Idols, mit dem ablaufenden Monde, vor dem Eintritt des Priesters in das Heiligthum, in eine völlig schwarze, die mit der Beendigung des Festes aber jedesmal wieder zur weifsen überzugehen pflegte, worüber auch Antoninus seine Verwunderung zu äufsern nicht unterlassen konnte.

Auf demjenigen Berge, der damals für den Horeb gehalten wurde, bestand also noch, neben dem christlichen Cultus auf der für den Sinai gehaltenen Höhe, ein unstreitig älterer, heidnischer Mondsdienst, etwa der Herodotischen *Alitta* (*Allat* der Araber) (1), ehe dort noch die Muhamedanische Lehre einzog.

Vom Berge Sina bis zur Arabischen Stadt Abela, wo, wie Antonin sagt, damals Indische Schiffe landeten, und ihre verschiedenen Gewürze herbeiführten, rechnete er sieben Mansionen, eine Entfernung, welche der neueste Reisende, E. Rüppel (2) im Jahr 1822, in sechs Tagen zurückgelegt hat. Abela ist offenbar dasselbe Aila, das, wie schon Bochart und Assemani (3) gezeigt haben, im Mittelalter so vielfache Schreibarten erleiden mufste (Aela, Aelis, Ahela u.a.m.). Eben dieses Aila also, wie wir aus dem so eben angeführten, für jene Zeiten und Gegenden, in vieler Hinsicht, an Thatsachen merkwürdigen, und noch unbenutzten Berichte erfahren, hatte sich bis damals, gegen das Jahr 600 n. Chr. Geb. unter allen Stürmen und Wechseln der Zeiten, als alter Stapelplatz indischer Waaren für Palästina und Syrien immerfort aufrecht erhalten.

---

(1) Assemani *Biblioth. Oriental. T.* III, II, *fol.* 681.

(2) v. Zach *Correspondance Astronom. T.* VIII, *p.* 469-476.

(3) Bochart *Geogr. Sacra. P.* II. *Chanaan. Lugd. Batavor.* 1692, *ed. Villemandy* I, 44, *col.* 684; *Assemani Bibl. Orient. Clementino Vaticana. Romae* 1728, *T.* III, *P.* II. *fol.* 552 *sqq.*

Hiermit hört aber auch diese Bedeutung der Gegend als Passageland jener ältern Handelsverbindungen auf: denn bald wurden nun die christlichen Herrscher aus Vorderasien auf immer verdrängt, und Muhamedaner die Gebieter, anfangs die Chalifen, dann die Sultane Aegyptens und Syriens, zuletzt Constantinopels, mit wenigen Unterbrechungen einheimischer untergeordneter, arabischer oder syrischer Dynasten.

Mit dem Anfange des siebenten Jahrhunderts beginnt daher, für jene Erdgegend, von neuem eine veränderte Geschichte, eine andere Bevölkerung, Beherrschung, Bestimmung der Landschaften und Oertlichkeiten.

Die Quellen aus denen wir ihren Zustand erfahren müfsten, könnten vorzüglich nur die Nachrichten der Araber selbst seyn, denen aber eben jene Gegenden minder wichtig und einflufsreich, als früherhin, zurücktraten in Vergessenheit, seitdem die beiden Städte ihres Propheten, die historische Mitte ihrer weitläufigen Wohnsitze wurden. Denn die Verlegung der Chalifenresidenzen in das Euphrat- und Tigrisland veränderte die Handelsstrafsen. Der directe Handel vom Nord-Ende des Rothen Meeres nach Indien verlor sich; mit ihm verödeten auch die Emporien dieses innern Meerbusens, die unter Ptolemäern, Römern, Byzantinern aufgeblüht waren, sowol auf der Arabischen wie auf der Aegyptischen Seite.

Arabische, Syrische, Aegyptische Herrschaften bildeten sich; zwischen diesen blieb das Land des Alten Petra ohne selbstständige Herrscher, aufser dem Wege politischer Verbindung liegen, ward von neuen Nomadenstämmen aus dem benachbarten Arabien überschwemmt, und blieb nur ein Land des Durchzugs für einzelne Zweige derjenigen jüngern Karawanen, die sich seit Muhameds Tode und der Eroberung Syriens und Aegyptens, zwischen Damask, Kahira, Medina und Mekka, in so grofsem Maafsstabe während der mittlern Jahrhunderte ausgebildet haben.

Je schmachvoller das Loos den Abendländern erschien, welche das christliche Morgenland durch die Ungläubigen, seit dem ersten Jahrhundert der Hedschra getroffen hatte, um so mehr erwachte mit der Erinnerung an die bedrängten, zurückgebliebnen Glaubensbrüder und mit

der geschärften Empfindung des grofsen Verlustes der geweihten Orte, auch das Interesse, sie wenigstens zu besuchen, und bald, auch sie wieder zu besitzen. Dies erweckte frühe Schaaren von Pilgern nach dem Gelobten Lande, die auf dem Hin- oder Rückwege über Aegypten zu gehen genöthigt waren, und so, bald auf der einen bald auf der andern Seite die Peträische Landschaft berühren mufsten, oder absichtlich sie durchzogen, um das Kloster in den Einöden des Sinai zu bewallfahrten, das durch seine burgähnliche Lage, durch seine Verwaltung und sein Ansehn in Unter-Aegypten, einigermafsen geschützt blieb, auch durch seine reichen Dotationen, wie durch die Mirakel, die sich immer mehr vorfanden, die Aufmerksamkeit der Wallfahrer aus den weit umher liegenden Wüsteneien anzog.

So wurden neben den einheimischen muselmännischen Geschichtschreibern und Geographen, auch die Itinerarien der Pilger eine freilich nur ärmlich fliefsende Quelle für die Kunde jener Erdgegend, bis neuere wissenschaftliche Forscher zur Aufklärung, vorzüglich der ältesten hebräischen Antiquitäten, dorthin auf Entdeckungen ausgingen.

Denn eben die alleräIteste Kunde dieses Landes, die mit dem Durchzuge der Kinder Israëls durch die Wüste beginnt, wie sie in den Mosaischen Büchern niedergelegt war, und in die Mitte des zweiten Jahrtausends vor derjenigen Zeit zurück geht, in der, wie wir so eben gesehen, Griechen und Römer uns, vom Nil- und Jordanthale aus, die ersten genauern Berichte über die Landschaft um Petra und die Küstengestade der beiden innern Golfen mittheilen, diese war gänzlich unbeachtet geblieben von allen Profanscribenten; sie hatte nirgends Aufklärung für Andere gegeben noch bei Andern gefunden, und eben so vereinzelt und unaufgeklärt wie sie, blieb, was wir bisher absichtlich noch nicht berührten, das zweite wichtige Faktum aus der jüdisch-phönicischen Geschichte, welches diese Erdgegend betrifft, und in die Zeiten der Könige David's und Salomo's 1000 Jahre vor Christi Geburt zurückgeht, nämlich die bekannte, wenigstens vielfach besprochene Aussendung von Handelsflotten aus dem innersten Arabischen Meerbusen gen Ophir, um die Kostbarkeiten des Orients und das Gold Arabiens, über Ezeongeber bei Elath, zum Tempelbau nach Jerusalem einzuführen.

Keiner der jüdischen Geschichtschreiber, auch Josephus nicht, hat uns über die Beschaffenheit jener Landschaften vor oder nach jenen, für sie so denkwürdigen Begebenheiten aufzuklären versucht.

Nur die Lage der zuletzt genannten beiden Orte, deren Wiederentdeckung und nähere geographische Bestimmung, als unser dritter Anhaltspunkt, einen bedeutenden Fortschritt in der Kenntnifs jenes Erdgebietes herbeiführt, kann hier vorläufig angedeutet werden, da sie eine Erdgegend betrifft, die für sich, aus den alt-testamentalischen Nachrichten hinlänglich erläutert werden kann, was bei den mehrsten der andern, ohne Vergleichungen und annähernde Bestimmungen durch die neuern Berichte kaum möglich seyn möchte.

Die Lage beider Orte am Nord-Ende des heutigen Golf von Akaba, ist im allgemeinen, in so hohes Alter sie auch, in einem damals für andre Völker fast gänzlich unbekannten Lande hinaufreichen, durchaus keinem Zweifel unterworfen. Denn diese Lage ist zu eigenthümlich, als dafs sie nicht durch jeden, auch den einfachsten Zug der nähern Beschreibung, oder der Geschichte augenblicklich charakterisirt werden müfste (z. B. *Αἰλὰμ ἐν ἐσχάτοις ἐστὶ* bei Euseb. *l. c. fol.* 27). Schon zu Moses Zeiten kommen beide Orte, beim Durchzuge der Kinder Israël in ihrer ganzen Eigenthümlichkeit vor, unter den angeführten Benennungen. Nachdem das Volk Israël (5. B. Mose 2, 1) von Kades Barnea aufgebrochen war nach der Wüste, auf dem Wege zum Schilfmeer, und das Gebirge Seir eine lange Zeit, fast 38 Jahre lang umzogen hatte, wandte es sich gegen Mitternacht durch das Land der Söhne Esau's (Idumäa), deren Besitz das Gebirg Seir war. Eben daselbst, Vs. 8, heifst es: „Und von unsern Brüdern, welche wohnten zu Seir (von „den Söhnen Esau's nämlich) zogen wir weiter auf dem Wege der Ebene „von Elath und Ezeongeber, und wandten uns und zogen nach der „Wüste Moab."

Ob dort zu Elath, zu jener Zeit, wie Bochart meint [1], ein Handelsort gewesen sey, läfst sich freilich hieraus nicht erweisen, aber die genannten benachbarten Doppelorte deuten wol offenbar auf eine schon vorhandene, ältere Ansiedlung am Rothen Meere hin. Dafs Idumäer

---

(1) Bochart *Geogr. Sacra. Chanaan Lib.* I. *c.* 44, *col.* 684.

sie erbauten, wird uns nicht gesagt, obwol Genes. 36, 41 Ela zu den Söhnen Edoms gezählt wird; sie könnten auch für alte Colonien oder doch Handelsstationen der Phönicier gelten, wenn sich andre hinreichende Gründe dafür nachweisen liefsen.

Dafs hier wirklich von der Küstengegend ein Weg der Ebene (das Gefilde von Elath und Ezeongeber, nach Luthers Uebersetzung) und nicht eine Wüstenei oder nacktes Felsgebirge gegen Mitternacht führe, erfahren wir aus Burckhardts Bericht (1) vom Jahre 1812, der vom Norden her bis auf zwei Tagereisen in diesem Wege der Ebene mitten zwischen wildaufstarrenden Klippenzügen sich dem heutigen Akabah Ailah genähert hat.

Mit dieser Auswanderung Israëls vom Schilfmeer zum Jordan hört jede Erinnerung an jenes Gestade auf, bis König David (2), der Sieger, die Edomiter im Salzthale schlug (18000), dieselben Idumäer des anliegenden Gebirges Seir. Das Salzthal ist die Ebene Zoar im Süden des Todten Meeres.

Von David heifst es nun Vs. 14: „Und er legte in Edom Be„satzungen, in ganz Edom legte er Besatzungen, und ganz Edom wurde „David unterthan." Diese völlige Besetzung ging offenbar bis zum Hafenorte Ezeongeber am innersten Winkel des Golfs: denn nach einem Fragmente des Eupolemos über den Propheten Elias, das Eusebius (3) anführt, soll schon König David zu Aila (ἐν Ἀχάνοις bei Eusebius offenbar zu lesen ἐν Αἰλάνοις) haben Flotten bauen lassen; aus dem Buch der Könige (4) und der Chronik erfahren wir aber wiederholt, dafs Salomo, Davids Sohn, „Schiffe bauen liefs zu Ezeongeber, die bei Eloth liegt, „am Ufer des Schilfmeers im Lande der Edomiter," dafs aber Salomo selbst dahin zog und in Verbindung mit Hiram dem Könige von Tyrus diese Schiffe nach Ophir absegeln liefs. Seitdem stand dieser Hafenort dem Zugange der Phönicier und Judäer offen, zur Handlung mit den

---

(1) Burckhardt *Travels in Syria* 4. *Lond. p.*435.

(2) 2. B. Samuelis 8, 13 und Chronika 18, 12.

(3) *Pamphili Caesareae Episcop. Eusebii Praeparat. Evang. Lib.* IX, §. 30 *p.*447. *ed. Colon.* 1788.

(4) 1. B. d. Könige 9, 26; 2. B. d. Chronika 8, 17.

indischen Gestaden, bis nach etwa anderthalb hundert Jahren Edom wieder abfiel von dem Hause Juda, wider König Joram siegreich zu Felde zog, und einen eignen König über sich einsetzte ([1]). Die Idumäer konnten ihre Freiheit von fremdem Joch indefs nicht lange behaupten, denn Asarja (Usias), Sohn Amazia's König von Juda, unterwarf sie bald wieder ([2]), und baute Elath (Eloth im Plural) ([3]), das vielleicht als Veste neben dem Hafenort dienen mochte, da beide immer zusammen genannt werden.

Seinem Sohne Jotham blieb die Küste zwar noch, aber dessen Sohne, König Ahas von Juda, entrifs der mächtige König von Syrien ([4]), Rezin (Arases bei Josephus), dieses Elath wieder; er vertrieb die Juden ganz aus Elath oder, wie Josephus ([5]) sagt, liefs alle Judäer sowol Besatzung als Umherwohnende umbringen, führte grofse Beute von da weg nach Damaskus, und legte eine Colonie der Syrer in dem Hafenorte an. So kamen nun die Edomiter unter Syrischem Schutze wieder nach diesem Orte, und wohnten daselbst die folgenden Jahrhunderte bis zu des oben berührten Antigonus, der Ptolemäer und der Seleuciden Zeiten.

Denn, dafs von da an, die griechischschreibenden Historiker, mit dem Namen Idumäa (d.i. Land Edom) die Landschaft um das Todte Meer, also einen Theil von Kanaan, wie Diodor und Josephus, im Gegensatz des südlichen Gebirgslandes Seir, das doch eigentlich nur von Idumäern bewohnt war, bezeichnen, und seitdem das alte Land der Söhne Edom mit dem Namen Nabatäa benennen, hat schon Reland in seinen gelehrten Untersuchungen über Palästina überzeugend dargethan ([6]). Die Söhne Edom, der biblischen Schriftsteller, sind die Bewohner derselben Gegenden, deren Beherrscher bei den Griechen und

---

(1) 2. B. d. Könige 8, 20.

(2) 2. B. d. Könige 14, 22.

(3) Bochart *l. c.*

(4) 2. B. d. Könige 16, 6.

(5) Fl. Josephus *Opp. ed. Hudson. T.* I. *p.* 423.

(6) Relandi *Palaestina* I, 69.

Römern Nabatäer heifsen. Alle andern alt-testamentalischen Benennungen dortiger Völker verschwanden allmählig, und wurden von andern jüngern, arabischen verdrängt; nur diese beiden der Idumäer und Nabatäer überlebten die übrigen.

Statt der Idumäer (Edomiten) treten also jene Nabatäischen Völker und Könige auf, die zu den östlichen Ismaëliten (von Nabajoth, dem erstgebornen Sohne Ismaëls, nach 1. B. Moses 25, 13) gerechnet wurden, deren geschichtlichen Zusammenhang nach den Profanscribenten wir schon oben untersucht haben, so weit es nothwendig war, um nach diesen Quellen die geographischen Bruchstücke über diese wenig bebauten Gebiete vergleichen und näher bestimmen zu können.

Es bleibt uns nun die dritte jüngere Klasse der Geschichtsquellen in ihrer Aufeinanderfolge und in ihrem innern Zusammenhange zu erwähnen übrig, aus denen, unmittelbar, vor und seit der Muhamedaner Zeiten, die nähere Kenntnifs dieser Erdgegend sich schöpfen läfst, nebst der Feststellung gewisser Hauptpunkte für jene Oertlichkeiten, die sich nur auf diesem Wege im Zusammenhange mit allen übrigen nachweisen lassen.

In die Geschichte der Verdrängung der christlichen Kirche aus den weitläufigen Gefilden und noch ziemlich zahlreichen Ortschaften des Peträischen Arabiens, durch die Anhänger Muhameds, seit dem siebenten Jahrhundert, und ihrer Einengung auf das kleine festungsartige Gebiet des Klosters am Berge Sinai, sind alle Nachrichten ohne Ausnahme eingeflochten, welche die neuern geographisch-ethnographischen Thatsachen für diese Erdgegend, wenn auch sparsam genug, mittheilen.

Die Geschichte jener Verdrängung ist von Niemand geschrieben, die Documente der Besiegten sind sparsam und unlauter, die Annalisten der Sieger fanden die Besiegten nicht werth, dafs ihre Geschichte aufgezeichnet werde.

Ohne Eusebius (Metropolit zu Caesarea in Palästina, stirbt 340) und Hieronymus (der als Mönch in Palästina, stirbt 420) Ortsverzeichnisse zur Heiligen Schrift, die sich auch über einzelne Punkte des Peträischen Arabiens erstrecken, würden wir noch weniger im Stande seyn, uns in diesen Gegenden zurecht zufinden. Sie sind, nebst den Unterzeichnungen der Bischöfe in den verschiedenen Kirchen-Concilien der

frühern Jahrhunderte für jene Zeiten, die einzigen geographischen Quellen für gegenwärtige Untersuchungen; sie sind die Wegweiser der Pilger und derjenigen gewesen, die zu den Zeiten der Kreuzzüge das Gelobte Land nebst dem benachbarten Arabien, unter dem Namen von Palästina tertia, von neuem in Diöcesen und Episcopate vertheilten, und Vergleichungspunkte der noch bestehenden Monumente in den Trümmern und Ruinen für ältere und neuere Jahrhunderte darbieten. An ihre Angaben schliefst sich die neuere Wiederauffindung der Spuren aller verschwundnen Ortschaften an.

Frühe verbreitete sich die christliche Lehre um die Grenzen Judäas auch nach Syrien, Idumäa und unter die mancherlei, wie sich aus der bald auftretenden Muhamedanerherrschaft ergibt, zwischen den Arabern angesiedelten, jüdischen und ihrem Stamme verwandten Völkerschaften, bis zum Nord-Ende des Arabischen Meerbusens hin. Wie schon der Apostel Paulus (Galater 1, 17), von Damaskus nach Arabien ging, so folgten ihm andere Lehrer des Evangeliums, und zogen weiter bis in jene, damals sehr stark bevölkerte Gegenden der Peträischen Landschaft ein. Die bekannteren Angaben des genannten Onomasticon übergehen wir, und führen hier nur aus den spätern, in dieser Hinsicht noch unbenutzten Unterschriften der Kirchen-Concilien (nach Assemani *Bibl. Orient.* und Labbe *Concil. T.* II, III, IV, V, VIII) die folgenden Ortsnamen, als Sitze der Episcopen an, welche zu geographischen Bestimmungen dienen. Im Nicäischen Concil (325) unterzeichnete Nicomachus als Metropolit von Bostra (jetzt Boszra, auf der Ostseite des Jordans), der Hauptstadt im Süden des Haurangebirgs, welche damals, unabhängig vom Patriarchat zu Jerusalem, das Haupt von siebzehn bis zwanzig Ecclesien in Arabien war. Im Jahr 336 waren heftige Streitigkeiten um diesen Bischofssitz von Bostra, auf der Kirchenversammlung zu Constantinopel.

Im Jahr 400 zu Ephesus, unterzeichneten die Bischöfe von Elusa und Phaeno aus dem Peträischen Arabien, Orte deren Bestimmung schon schwieriger ist. Im Jahr 403 auf der Versammlung zu Chalcedon dieselben; aber aufser ihnen auch die Bischöfe Beryllus von Aila, Musonius von Zoar, Joannes vom unbekannten Chrysopolis Arabiae, und Joannes nebst Eustathius, als die ersten christlichen Priester unter den Saracenen (*Saracenorum gentis*).

Seit dieser Kirchenversammlung wurde nach längerm Kampfe mit Jerusalems geistlichem Oberhaupt, die wachsende Macht des Metropoliten zu Bostra, durch Maximus, Patriarch von Antiochi, der den Patriarchen zu Jerusalem begünstigte, beschränkt; einige südliche arabische Ecclesien, wurden diesem Bischofssitze entrissen, dieselben welche seitdem, als Palästina tertia, die dritte Provinz in der geistlichen Topographie des Patriarchats von Jerusalem constituirten (1), und dies sind die, eben dadurch mächtiger werdenden, und auf kurze Zeit mehr begünstigten Diöcesen in der stark sich bevölkernden Landschaft des Peträischen Arabiens.

Diese traten darum nun unabhängiger in den Unterschriften auf, und gewannen bedeutenden Einfluſs auch auf die sie umgebenden nomadischen Völkerschaften. Petra wurde seitdem der Sitz des Archi-Episcopats dieses dritten, südlichsten Palästina's, unter welchem die Orte Aila, Pharan, Sinai, Phaeno und andre nun öfter als Episcopate sich hervorthun, bis sie mit dem Ende des siebenten Jahrhunderts plötzlich wieder verschwinden.

Im Jahr 449 in der Versammlung zu Ephesus unterschrieb der Bischof von Phaeno, nebst seinem Gehülfen unter den Saracenischen Bundesgenossen (*auxilians Episcopus Saracenorum foederatorum*). Phaeno (Φινῶν bei Eusebius), lag, nach Hieronymus (2), mit seinen Metallgruben, zwischen Zoar und Petra, also im Peträischen Lande, und möchte sich wol noch nachweisen lassen.

Im Jahr 548 unterschrieben zu Constantinopel, nach dem morgenländischen Patriarchen Mennas, auch: Thomas, *Presbyter montis Sinai* und der Legat dieses Berges: *et Legatus ipsius montis*, mit ihnen auch die Legaten der Diöcese Pharan, im Westen von Aila auf der groſsen Heerstraſse nach Aegypten, und des weniger bekannten Raithu. Im Jahr 553 aber, auf dem vierten Concilium zu Constantinopel unter Kaiser Justinianus, unterschreibt nun endlich auch, ein: *Constantinus Episcopus Sinai*, woraus sich ergiebt, daſs vorher, ehe dieses Gebirge

---

(1) Assemani *Bibl. Orient. T.* III, *P.* II, *fol.* 594*; cf. Leo Allatius de consensu utriusque Ecclesiae Lib.* I, *c.* 12.

(2) Hieronym. *Onom. v. Phaeno.*

fast die alleinige Aufmerksamkeit aller Europäer der spätern Jahrhunderte auf sich zieht, als die einzige christlich gebliebene Gebirgsinsel in jenem weiten Völkermeere hervorragend, welches der Islam beherrschte. Dafs, schon lange vor dieser Zeit, sehr viele Gegenden dieser Peträischen Landschaften, welche bald wieder in Vergessenheit zurücksanken, in christliche Kulturstellen umgewandelt waren, mit, in der That nicht wenigen Städten und Dörfern, mit festen Wohnorten aller Art, mit Kirchen, Klöstern, Grabstätten, Grüften, Kastelen, mit Landstrafsen, Meilenzeigern, Bädern und andern, freilich aus keiner Zeit des reinern Stils herrührenden Monumenten überdeckt, deren zahlreiche, zertrümmerte Ueberreste, auch heute noch, mit jeder neu eingeschlagenen Wanderung kühner Reisender, in die dortigen Einöden, wenn sie nur die herkömmliche Pilgerstrafse verlassen, als immer neue, für die Landeskunde zu erklärende Räthsel hervortreten.

Zu gleicher Zeit mit diesem Fortschritte der Civilisation im Peträischen Arabien, brachten die Streitigkeiten der orthodoxen Kirche, unter dem Schutze der Byzantinischen Kaiser gegen die monophysitischen Ketzereien, und gegen die Nestorianer, welche beide unter den morgenländischen Christen den gröfsern Anhang behielten, leider dem aufblühenden Grenzgebiete Peträa's grofses Verderben und Rückschritt. Noch unter Kaiser Leo I. stritt der Metropolit von Bostra für die orthodoxe Lehre in seiner Provinz; als aber unter Kaiser Zeno und Anastasius, seit 491, diese Lehren in Aegypten und Vorderasien überhand nahmen, und sich, selbst von Antiochia und Jerusalem durch ganz Syrien und Arabien mit wilden Stürmen verbreiteten, und unter Kaiser Justinian, in der Mitte des sechsten Jahrhunderts an tausend monophysitische Bischöfe von ihren Sitzen verstofsen wurden, so fanden eben diese die gröfsten Beschützer, Vertheidiger, Gastfreunde, an den zahlreichen Horden der Saracenen, oder der christlich gewordnen Araber, welche seit einiger Zeit in grofsen Schaaren aus dem Innern ihres Landes an die Syrisch-Palästinische Grenze herbeigeströmt waren, um Theil zu nehmen an den Kämpfen der Christenparteien. Alle Arabische Grenzvölker, die bisher unter ihren Emirn in Bündnissen, sowol mit ihren Persischen Nachbarn als mit den Byzantinischen Kaisern, gestanden hatten, unter dem Titel: *Praesules Foederatorum Scenitarum* aufgeführt werden, fielen unter

Justinian ab und wiederholten ihre alten Raubüberfälle und Fehden, jetzt zur Vertheidigung der verstofsenen Geistlichen und Bischöfe, die bekanntlich auch bei den Persern Schutz und Beistand fanden, zumal unter Kosroes um Ktesiphon sich ansiedelten, und sich seitdem über ganz Ostasien bis an die Grenzen von China und Indien verbreiteten. Als Anastasius (629) monophysitischer Patriarch zu Antiochia geworden war, hatten sich die wildesten Religionsstürme überall im benachbarten Oriente verbreitet, und auch im Peträischen Arabien waren die mehrsten Episkopate schon abgelöst von der orthodoxen Kirche, ehe noch die Siege der ersten Chalifen die völlige Trennung Peträas von dem Abendlande, was nun nicht mehr schwer war, vollendeten.

Was uns, von nun an, die Annalen der Muselmänner über die Verwandlung dieses christlichen sogenannten Palaestina tertia, in eine rein muhamedanische Provinz überliefert haben, ist ungemein dürftig, da sie nur schnell hindurch eilten zu den reichern Landschaften von Syrien, Phönicien und Aegypten, Peträa aber seinem Schicksale überliefsen, da es im Zusammenstofs jener drei, ihnen allerdings von selbst zufallen mufste.

Der allerälteste Kampf Muhameds gegen die christliche Herrschaft fiel indefs grade an der Ostgrenze des Peträischen Arabiens, nämlich an der Diöcesangrenze, am Ostufer des Golfs von Akaba vor, im Norden von Medina auf der Heerstrafse gegen Karac. Die dortigen Gebieter hatten, wie Abulfeda sagt [1], den Boten erschlagen, den Muhamed an den Herrn von Boszra (*ad Dominum Bosrorum*), oder Bostra, d. i. nach dem Sitze des Metropoliten im christlichen Arabien, mit dem Aufruf seiner Lehre beizutreten, gesendet hatte. Daher schickte er seinen Diener Zaid mit 3000 Mann dahin, der aber im Süden von Karac, bei dem Orte Muta (bei Abulfeda; aber Κωμην Μȣχεων bei Theophanes *p.* 278) [2] von Romanen und christlichen Arabern (100,000 Mann stark nach Abulfeda's Angabe), überfallen und geschlagen ward, wobei drei ihrer ausgezeichneten Glaubenshelden fielen und der vierte,

---

(1) Abulfedae *Annales Muslemici, Ioh. Iac. Reiskii ed. Adler. Hafniae* 1789, *T.* I, *p.* 143.

(2) *Cf.* Adler *l. c. Not.* 58, *ad p.* 143, *in Opp. p.* 29.

Chaled, Valid's Sohn, die Fahne ergriff und die Tapfern nach Medina glücklich zurückführte; in demselben Jahre 629, (8 Jahr der Heg.), in welchem Muhamed auch Mekka eroberte.

Im folgenden Jahre (630) als die Dattelernte zum festlichen Genusse einlud, und eben darum noch viele, dem neuen Propheten Widerspenstige zurück blieben, brach Muhamed zum zweitenmale gegen die Romanen, wie Abulfeda sagt, nämlich gegen den Westen auf. Es war im October-Monat; er drang mit 30000 Mann über die alten Sitze der Thamuditen ([1]) und von da weiter nordwärts, siegend bis zur reichen Oase Tabuk vor (auf der jetzigen Hadjiroute, noch bis heute, eine Hauptstation, im Osten von Ras-Muhamed; 12 Tagereisen im Norden von Medina, 15 im Süden von Damask, etwa 9 im Süden von Boszra).

Von da aus begannen viele freiwillige Unterwerfungen der christlichen, von der orthodoxen Kirche abtrünnigen Gemeinden des Peträischen Arabiens, die, gegen Zahlung von Tribut, sich in Verträge mit dem Sieger einliefsen. Deren nennt Abulfeda drei, bei diesem ersten Vorrücken. Es waren Ocaid, Sohn des Abd-el Malek, des Christen und Gebieters von Daumat-el-Gandali, der als Verbündeter mit dem Perserkönige das Ehrenkleid von diesem, ein Prachtgewand von Goldstoff trug, welches Bewunderung der Araber erregte; er mochte wohl ein Nestorianischer Christ seyn. Es waren ferner die Bewohner des uns unbekannten Adrog, und endlich auch Johannes, der christliche Beherrscher von Ailah, im innersten Winkel des Ailanitischen Golfs, der, wie Abulfeda erzählt, Muhamed entgegen kam, und sich zu einem Tribute von 300 Goldstücken jährlich verpflichtete ([2]). Alle andern Stationen der abtrünnigen christlichen Kirche in Peträa, scheinen, obwol uns dies nicht insbesondere gesagt wird, diesem Beispiele bald gefolgt zu seyn: denn auch der erzbischöfliche Sitz, Boszra ([3]), ging auf diese Weise nach der Schlacht von Jarmuk an Abu Bekr

---

(1) Abulfeda *l. c. p.* 171.

(2) Ueber die Unächtheit des *Diploma securitatis Ailensibus,* s. Nota 6 Gibbon XIV, *c.* 50. *p.* 165, B. Beck. Uebersetzung.

(3) Abulfeda *l. c. p.* 223, 243, 245 *etc.*

über (634), und zwei Jahre später fiel Jerusalem; im Jahr 640 kam auch das Nilthal in die Gewalt der Chaliphen.

Seitdem verschwindet alle genauere Kunde der Fremden vom alten Peträischen Lande; einige Jahrhunderte hindurch bewegt sich die grofse Arabische Völkerwanderung durch dieses Gebiet hindurch gegen den Westen, um die weite nördliche Hälfte Afrika's zu bevölkern; die Karawanenstrafsen nach Medina und Mekka, von Damaskus und Kairo, mufsten am innern Golf von Ailah zusammenstofsen um jene Gläubigen zum Grabe ihres Propheten zu führen. Das Peträische Arabien wird daher von neuem das Land des Durchzugs und der Heerstrafsen, die Bewohner werden die Karawanenführer, die Diener und Ghafir's, oder Beschützer der Pilger. Immer neue Arabische Völkerstämme drängen daher, nach und nach, aus dem ärmern, östlichen Hedjaz und Nedjed, dem Hochlande Mittelarabiens, dort ein, um Theil an dem Verdienste dieses Passagelandes zu nehmen, und ein Geschlecht wird nach dem andern, aus Gezira Ailah, dem halbumflossenen, wie es die Araber nennen, verdrängt.

Auf diese Angaben beschränken sich seitdem alle Nachrichten der Arabischen Geographen und Geschichtschreiber. Der magre Auszug den wir von des vermeintlichen Ebn Haukal's Geographie des Orients besitzen, gibt gar keine nähere Kunde dieser Gegend, obwol sie so dicht an die Heimath der edelsten Araberstämme grenzt; er nennt nur zweimal den Ort Aileh [1] (d.i. Ailah).

Edrisi [2] ist zwar umständlicher; er nennt viele Orte dieser Erdgegend, wie Faran, den Berg Tur, die Hafenorte Masdaf, Sciarm-albait, das Vorgebirg Abi-Muhamed, und die, wie er sagt, mäfsiggrofse Stadt Aylah, aber neue Aufschlüsse giebt er nicht. Diese erhalten wir erst für die Topographie des Peträischen Arabiens durch Abulfeda's Beschreibung des Meeres von Kolzum [3] und der Landschaft Arabien, wo er glücklicher Weise über Ailah als Augenzeuge spricht. Den Beweis

(1) Ebn Haukal *Orient. Geogr. b. Ouseley p.* 41, 57.

(2) Edrisi *Geogr. Nubiensis p.* 109 *etc.*

(3) Abulfedae *Descriptio Maris Alkolzum. edid. Ioh. Graevius in Script. Graeci. Minores. Oxon.* 1712, *Vol.* III, *fol.* 70, *ib. fol.* 1-46.

für seine eigenen Beobachtungen finden wir in seinen Annalen (1), wo er seiner ersten, zweiten und dritten Pilgerfahrt nach Mekka erwähnt, und diese letztere, im Jahr 1319 mit dem Sultan Malec en Nasr von Aegypten zurücklegte, und etwas genauer, wenn gleich nicht in allen Theilen umständlich genug beschrieben hat. Sie führte ihn über Ailah.

Abulfeda's Geographie wird wohl die wichtigste Arabische Quelle über diese Gegend bleiben, so lange wir nicht den vollständigen Ebn-Haukal oder Ebn Batuta erhalten werden.

Gleichzeitig mit den Arabern laufen die vielfachen Itinerarien christlicher, europäischer Pilger, die jedoch nur zuweilen das Gebiet des Peträischen Arabiens berühren, und, wenn es ihnen gelingt, auch selbst durchstreifen, doch nur um den Sinai auf dem allbekannten Pfade zu besteigen. Die Frucht für die Landeskunde ist aus den mehrsten nur sehr gering, bis die neuern Forschungen mit den Reisen nach dem Sinai beginnen, die seit Carsten Niebuhr, erst astronomische Beobachtungen zur Annäherung genauerer Ortsbestimmungen geben, obwol auch schon Pater Sicard (2) dergleichen angestellt haben will, von denen wir jedoch zu einer Karte, bisher überhaupt nur erst zwei brauchbare erhalten haben, die von Suez, und ganz kürzlich von Akaba Ailah. Die Legenden des Klosters am Sinai bleiben zwar unfruchtbar für unsere Untersuchungen, aber an der Geschichte dieses einzig erhaltnen Denkmals einstiger Herrschaft der griechischen Kirche auf der ganzen Halbinsel, geht die Zeitgeschichte eines vollen Jahrtausends wie an einem Spiegel vorüber, in dem doch manche Bilder aufgefangen werden, die ohne das verloren gegangen seyn würden.

Wir schliefsen den kurzen historischen Ueberblick über diese Bruchstücke von zerstreuten Nachrichten mit einer Bemerkung, die uns ein minder bekannt gewordner Deutscher Pilger aus der Mitte des vierzehnten Jahrhundert, Peter (*vulgo Ludolph*) de Suchem (3), Geistlicher aus Paderborn, in seinem wenig beachteten Itinerarium (vom Jahr 1336

(1) *Annales Moslemici ed. Adler T.* V, *p.* 193, 281, 331.

(2) *Lettres édifiantes et curieuses etc. Nouv. Edit. Lyon* 1819, *T.* III, *p.* 400.

(3) Ludolph de Suchem *Libellus de Itinere ad Terram Sanctam. Venet. S.a.* — Deutsch. 1477.

bis 1350), über die Anwohner des Sinai an die Hand giebt, welche einen besondern Umstand aus der Legende des Klosters bestätigt, dessen Folge noch heute, über das Verhältnifs der dienenden und herrschenden Araberstämme zu jener fremden Ansiedlung als einer alten überlieferten Einrichtung, einigen Aufschlufs giebt.

Die heutige Legende des Klosters erzählt ([1]), dafs dessen Erbauer, Kaiser Justinian, bei der ersten Gründung, auch für die Bedienung der Geistlichen in fremder Umgebung dadurch sorgte, dafs er eine Anzahl der Eingebornen vom Gestade des Pontus Euxinus als Knechte dorthin gesendet, und auf dem Gebirge, als Wächter des Klosters und seiner Pflanzungen angesiedelt habe, deren Nachkommen auch im Dienste der dortigen Anstalt blieben. Späterhin, als die Sultane Aegyptens für die Bestätigung der Klostergerechtsame, von den Vorstehern des Sinai Schutz und Unterhalt der vorüberziehenden Mekka-Pilger verlangten, hätten die Geistlichen mehrere Araberstämme zur festen Ansiedlung in die fruchtbarern Thäler ihres Gebirges eingeladen, durch sie Schutz zu verleihen, denen aber bald immer Andre und Andre, aus dem Hedjaz nachgefolgt seien. Diese hätten sich immer gemehrt, ihre Macht sey gewachsen, die der Christen, denen einst die ganze Halbinsel gehörte, habe dagegen abgenommen, und sie seien endlich nur auf ihr Kloster und dessen Gebirge beschränkt geblieben, und in Abhängigkeit der jüngern Ansiedler gerathen. Die Knechte und Hörigen des Klosters wurden nun, da die Klostergüter entrissen waren, die Sklaven der Muselmänner; sie waren Christen, wurden aber nach und nach Moslem's und nahmen die Sitten der Beduinen an, blieben aber die ärmsten unter ihnen, und bei alle dem noch die nächsten Angehörigen, ja selbst die Dienstleute der Mönche.

Peter de Suchem unterscheidet im neunundsiebzigsten Kapitel seines Reiseberichts nun wirklich noch diese Knechte des Klostergebirgs von den andern Beduinen, die er Baldewini schreibt. Jene nennt er *Conversi et Laici*, die auf dem Gebirge die schwere Arbeit hätten, Kohlen zu brennen und diese nebst den Dattelvorräthen auf ihren Kameelen, sowol nach Helym, d. i. Ailah, also nach Osten, wie nach

(1) Burckhardt *Trav. in Syria p.* 345.

West, nach Babylonia nova, d. i. Kairo, zum Verkaufe zu bringen, was bekanntlich auch heut zu Tage der Haupterwerb aller dortigen armen Beduinenstämme ist.

Aus jener Bezeichnung und den übrigen Angaben sollte man vermuthen, dafs sie damals, in der Mitte des vierzehnten Jahrhunderts, wirklich noch der christlichen Kirche angehört hätten.

Durch die trefflichen Beobachtungen Burckhardts [1] auf diesen Gebirgshöhen erfahren wir, dafs offenbar deren Nachkommen, noch heute, die dortigen Gebayle (das Bergvolk) sind, die ihre Abkunft von christlichen Sklaven selbst anerkennen, von den reinen Hedjaz-Arabern, die sie verächtlich: Söhne der Christen nennen, in keine eheliche Gemeinschaft aufgenommen werden; dafs die letzten dieser christlichen Beduinen erst in der Mitte des vorigen Jahrhunderts unter ihnen ausstarben, und dafs diese Gebirgsbewohner, die sogenannten Gebayle, zu dem schönsten von den übrigen Beduinen ganz verschiednen, wahrscheinlich vom Kaukasischen Stamme herkommenden Menschenschlage gehören, aber in allem die Lebensweise und Gebräuche ihrer Nachbarn, der Beduinen, angenommen haben.

Die Geschichte der Peträischen Halbinsel bietet daher, nicht nur durch ihre geographische und historische Stellung zu ihren Umgebungen, und durch das Ueber- und Ineinandergreifen drei- und vierfacher Nachbarländer und Völker, vielseitige, allgemeinere Berührungen mit ihren Umgebungen dar, sondern sie zeichnet sich noch aufserdem durch sehr eigenthümliche, innere Erscheinungen auf ihrem eigenen Boden und in ihrer eigenen Bevölkerung und Belebung aus, die nicht ohne gestaltenden Einflufs auf die näher- und ferner- abstehenden Völkerverhältnisse bleiben konnten; sie hat selbst Natur- und Kunst-Denkmale aufzuweisen, die noch genauerer Unsersuchung werth sind.

---

(1) Burckhardt *Trav. l. c. p.* 562.





# Nachträgliche Bemerkungen
## zu der Abhandlung über die Antigone des Sophokles,

von

Hrn. BOECKH.

Nachdem ich meine Abhandlung über die Antigone des Sophokles vor der Herausgabe unserer Schriften Herrn Seidler mitgetheilt hatte, hat derselbe in der A. L. Z. 1825. *N*. 26. unter der Aufschrift „Litterarische Analekten" Gegenbemerkungen bekannt gemacht, um seine Bestimmung der Zeit der Aufführung der Antigone aufrecht zu erhalten. Diese haben mich veranlaſst, zu meiner Abhandlung einige Bemerkungen nachzutragen, um meine Darlegung zu vervollständigen, welche von diesem bedächtigen Gelehrten nicht richtig aufgefaſst worden zu sein scheint.

Zuerst muſs ich noch einmal von dem ungenannten Biographen sprechen, welcher den Sophokles sieben Jahre vor dem Peloponnesischen Kriege Feldherr werden läſst, das heiſst nach unserer Art zu reden, im achten Jahre rückwärts; denn §. 7. behaupte ich, die Angabe sei auf jeden Fall ungenau, da man den Archon Morychides und den Archon Pythodor mitrechnen müsse: es kann aber scheinen, selbst wenn der Biograph den Wahltag im Jahre vor Morychides im Auge gehabt habe, hätte er nur sagen dürfen acht Jahre oder im neunten Jahre, welches auch Seidler mit einer Stelle aus dem Thukydides belegt. Hierbei ist jedoch nicht zu übersehen, daſs Griechen und Römer angefangene Jahre in der Regel als voll zählen, daſs sogar eine Zeit von zwei Jahren *τριετηρίς*, von vieren *πεντετηρὶς* heiſst, und was dergleichen mehr ist; und es ist daher nicht zu verwundern, daſs Dodwell, ein Chronologe, der viele Zahlen gelesen und geprüft hatte, an der Stelle des Thukydides Anstoſs nahm, die nicht zur Richtschnur für den gewöhnlichen Sprachgebrauch gemacht

werden kann. Und wenn der Biograph das achte Jahr vor dem Peloponnesischen Kriege meinte, welches bis zum zehnten Monat des Archon Morychides zurückreicht, so müfste der Anfang der Sophokleischen Strategie erst gegen das Ende des Archon Morychides gesetzt werden, und obgleich das einzige tüchtige Zeugnifs die Samischen Kämpfe unter Timokles und Morychides setzt, müfste nun der zweite Samische Feldzug erst unter Glaukides beendigt werden. Auf eine solche Angabe bei einem aus Lappen zusammengeflickten Biographen so grofses Gewicht zu legen, kann ich mich nicht entschliefsen: sie trägt in sich selbst das Gepräge der Ungenauigkeit; genaue spätere Schriftsteller, die etwas wissen, geben die Archonten an. Wie bestimmt ist dagegen die Angabe des Scholiasten zum Aristophanes, wenn er die Samischen Kämpfe unter Timokles und Morychides setzt; es genügt ihm nicht, wie schlechten Schriftstellern, Einen Archon zu nennen; er nennt uns zwei. Wären die Samischen Kämpfe erst unter Glaukides entschieden worden, warum hätte er gerade diesen verschwiegen? gerade das wichtigste und entscheidendste Jahr übergangen, in welches die Belagerung von Samos nun sehr weit hineinlaufen müfste? Dies nöthigt mich, von dem Biographen und von der bezeichneten Auslegung desselben abzugehen, und eine der beiden andern möglichen Annahmen, die ich in meiner Abhandlung aufgestellt habe, vorzuziehen.

Bei der Entwickelung der zwei möglichen Ansichten gehe ich nicht darauf aus, den Monat zu bestimmen, in welchem die Samischen Kämpfe angefangen hatten, welches ganz unmöglich ist, sondern ich stelle hypothetisch von den vielen Möglichkeiten zwei hin, woraus ein verschiedenes Ergebnifs folgt; die in der Mitte zwischen beiden liegenden Hypothesen durchzugehen, war theils zu weitläufig, theils darum überflüssig, weil sie in Rücksicht der Ergebnisse mit den beiden aufgestellten übereinstimmen. Die zweite dieser Annahmen ist die, wonach das Bündnifs, von welchem alle Berechnung ausgeht, in den vierten Olympischen Monat von Olymp. 83,3. gesetzt wird. Seidler hat indefs durch Vergleichung der Stellen Thukyd. II, 2. I, 67. I, 87. gezeigt, dafs nicht über den fünften Olympischen Monat zurückgegangen werden kann; gleichviel jedoch, ob wir das Bündnifs in den vierten oder fünften Monat setzen, läfst sich der Angriff von Samos auf Milet in das Spätjahr

Olymp. 84,4., der Anfang des zweiten Samischen Krieges aber, wie ich §. 4. sage, Ende Winters, oder in den Anfang des Frühlings setzen. Zu kurz kann man die hierdurch abgemessene Zeit für die Begebenheiten, welche der neunmonatlichen Belagerung vorangingen, nicht finden; je nach den Umständen können solche Begebenheiten schneller oder langsamer vollführt werden, und im Allgemeinen läfst sich hierüber gar nichts bestimmen: wenn aber die Schriftsteller von rascher Folge der Begebenheiten sprechen, so wird die Vollführung der Sachen in kürzerer Zeit wahrscheinlicher. Ich habe nun in meiner Abhandlung, obwohl, wie ich zeigen werde und auch früher bemerkt habe, mit drei bis vier Monaten auszukommen wäre, für jene Begebenheiten einen Spielraum von ungefähr sechs Monaten gelassen; und man könnte eben so gut sieben setzen, ohne dafs in den Folgerungen etwas geändert würde; ist ein Monat von Seidler abgezogen worden, so steht es frei anzunehmen, das Jahr Olymp. 84,4. sei ein Schaltjahr gewesen, wodurch für die politische Jahreintheilung, worauf es hier allein ankommt, der Monat wieder gewonnen wäre. Man kann gewifs nicht behaupten, dafs in so langer Zeit nicht das habe geschehen können, was vor der neunmonatlichen Belagerung, das heifst vor der Schlacht bei Tragia vorgegangen ist. Es ist nehmlich auch jetzo noch gestattet, die Begebenheiten mit dem fünften oder sechsten Olympischen Monate anzufangen, und bis in den Munychion fortlaufen zu lassen, der der gewöhnliche Frühlingsanfang ist: folglich haben wir aufser dem fünften Monat Mämakterion den Poseideon I. Poseideon II. Gamelion, Anthesterion, Elaphebolion, Munychion. Wir brauchen aber so viel Zeit nicht, sondern können mit drei bis vier Monaten ganz bequem auskommen; nur mufs man die Begebenheiten nicht ins Grofse mahlen, einen Zug von Samos nach Milet sich nicht wie einen Einbruch in Rufsland, und kleine Unterhandlungen nicht wie einen Europäischen Congrefs vorstellen. Die Orte nämlich, welche hier in Betracht kommen, sind alle nicht weit auseinander gelegen; der Mittelpunkt für dieselben ist Samos, wovon in gerader Richtung Milet etwa 6, Sardes 17, Lemnos 40, Athen eben so viel Deutsche Meilen entfernt ist; meist Seeweg, schnell zurückzulegen mit Rudern und Segeln, oder wenn der Wind ungünstig ist, mit Rudern allein. Man kann z. B. folgende Zeiten setzen. Milet, von Samos besiegt, zwei Wochen

(wenn es beliebt, sind drei Tage genug, in welchen das Schicksal von Millionen entschieden werden kann); Reise der Partheien nach Athen, zwei Wochen; Fahrt der Athener nach Samos, drei Wochen; von der Ankunft der Partheien zu Athen bis zur Ankunft der Flotte vor Samos, Herstellung der Demokratie in Samos und Abführung der Geiſseln nach Lemnos, zwei Wochen; dann geht Perikles zurück: *αὐτὸς δ' ἐν ὀλίγαις ἡμέραις ἅπαντα συντετελεκὼς ἐπανῆλθεν εἰς τὰς Ἀθήνας* (Diodor. XII, 27.). Während dieser vierzehn Tage wird auch Pissuthnes die dem Perikles nach Plutarch gemachten Anträge von Sardes aus haben machen können; dazu bedurfte es höchstens sechs Tage, oder wenn Pissuthnes schon zum voraus auf die Ankunft der Attischen Flotte gerechnet hatte, einer so kleinen Zeit als jedem beliebt. Von den Samiern gingen aber Einige nach dem festen Lande, um den Athenern zu entgehen; dies mögen sie acht Tage vor Perikles Ankunft gethan haben, gegen welche Annahme nichts streitet; und dann machen sie mit Pissuthnes Bundesgenossenschaft, sammeln 700 Söldner, und greifen Samos in nächtlichem Ueberfall an. Hierzu werden vier Wochen übrig Zeit sein, zumal da in Karien, im Lande der Söldner, mit Pissuthnes Hülfe 700 Mann gewiſs in Einer Woche zusammengebracht werden konnten. Der Ueberfall von Samos fiele hiernach Eine Woche nach Perikles Abzug; wie die Griechen Ipsara gleich nach Abzug der Türkischen Hauptmacht wieder genommen haben. Hierauf stürzen die Aristokraten die Demokratie, holen die Geiſseln von Lemnos, liefern die Attische Besatzung dem Pissuthnes aus, rüsten gegen Milet: dafür mögen vorläufig zwei Wochen gegeben werden. Denn das Rüsten der Griechen ging schneller als das heutige Mobilmachen: ist doch jeder Bürger zugleich Krieger, und braucht bloſs aufgeboten zu werden: die leichten Schiffe waren schnell in Stand gesetzt. Man sieht, drei Monate genügen überflüssig für alles, was bis dahin vor dem zweiten Feldzuge hergeht, dessen erste Schlacht die neunmonatliche Belagerung zur unmittelbaren Folge hat. Wir geben nun von da an einen ganzen Monat bis zur Ankunft der Attischen Flotte vor Samos, wiewohl diese schon zwanzig Tage nach dem nächtlichen Ueberfall wieder da sein konnte; denn in zehn Tagen können die Athener Nachricht erhalten haben, und zehn Tage später können sie in Samos sein; nach letzterer Voraussetzung würden drei Monate und wenige Tage bis zur zweiten Ankunft der Attischen Flotte

genügen; aber ich gebe noch den vierten Monat zu. Erst gleichzeitig mit der Athener Ankunft stehen die Samier mit ihrer Flotte vor Milet, und segeln zurück, wo sie denn bei Tragia geschlagen werden: also haben sie sich sogar fast sechs Wochen rüsten können, wenn wir für die Begebenheiten vor der Schlacht bei Tragia vier Monate annehmen. Was ist in allem dem unglaublich? Aber man hat noch überdies einen Zeitraum von drei andern Monaten übrig, aus welchem man so viel Zeit zusetzen kann, als man will. Das allerdings entlegene Byzanz darf man nicht in Rechnung bringen; es ist zwar gewifs, dafs Byzanz zugleich mit Samos abfällt und sich wieder ergiebt (Thukyd. I, 115. 117.); diese Sache steht aber mit den übrigen in keinem solchen Zusammenhange, dafs irgend ein Früher oder Später in Bezug auf einen bestimmten Vorfall des Samischen Kampfes auszumitteln wäre. Es steht also von dieser Seite meiner zweiten Voraussetzung eben so wenig als der ersten etwas entgegen, und Sophokles Antigone kann also eben so gut in Olymp. 84,3. als Olymp. 84,4. gesetzt werden. Es liefsen sich aber gegen die zweite Voraussetzung die §. 6. bemerkten Schwierigkeiten erheben; mir scheint jedoch gegen die Art, wie ich sie beseitigt habe, nichts Erhebliches eingewandt werden zu können; wie z. B. dagegen, dafs ich aus der §. 4. gegebenen Stelle des Strabo nichts weiter folgern lassen will, als Sophokles sei eine Zeitlang Amtsgenosse des Perikles gewesen, nicht gerade bis zur Eroberung von Samos. Strabo spricht von der Belagerung von Samos, durch die die Athener Samos in üblen Stand gebracht hätten, unter der Anführung des Perikles und Sophokles. Er nennt den Sophokles offenbar nur der Merkwürdigkeit wegen, weil er wufste, dafs dieser mit Perikles bei dieser Belagerung Feldherr war; etwas über die Dauer der Sophokleischen Strategie ist in seiner Angabe nicht enthalten; und es kommt nur auf die übrigen Verhältnisse an, ob man diese Dauer beschränken oder erweitern will. Auch dafs die Nachricht, mit Thukydides Melesias Sohn sei Sophokles Feldherr gewesen, in einer so geringfügigen Schrift wie die Biographie des Sophokles erzählt, nicht für gewifs zu halten sei, sondern auf einem unrichtigen Schlufse beruhen könne, ist eine nicht gewagte Vermuthung, da es unzählige Beispiele solcher auf Fehlschlüfsen beruhenden Angaben giebt. Die Richtigkeit meiner zweiten Hypothese, und somit die Aufführung

der Antigone in Olymp. 84,3. würde völlig entschieden sein, wenn gezeigt werden könnte, dafs die Angabe des Biographen nicht nur falsch sein könne, sondern müfse: denn dann müfste Sophokles ein Jahr vor Thukydides Feldherr gewesen sein: und schon jetzt neigt sich die Untersuchung dahin, zu verneinen, dafs sie zusammen Feldherrn sein konnten. Die zehn Feldherrn waren gewifs jederzeit je einer aus jedem der zehn Stämme: dies wird keiner für zweifelhaft halten, der in diesen Sachen zu Hause ist. Wie, wenn Thukydides und Sophokles aus Einem Stamme waren? Wie unsere Kenntnisse jetzt stehn, kann man nicht anders urtheilen. Thukydides ist von Alopeke (Plutarch. Perikl. 11. Schol. Aristoph. Wolk. 941.) aus dem Antiochischen Stamme; Sophokles ist aus Kolonos. Als Corsini schrieb, fehlten noch die Angaben, zu welchem Stamme Kolonos gehöre; die Inschrift bei Chandler Inscr. II, 107. (in unserm Corp. Inscr. Gr. N. 172.) setzt aber Kolonos unter den Antiochischen Stamm. Diese Inschrift ist unstreitig älter als N. 115. (aus der Zeit der zwölf Stämme) und 183. unseres Corp. Inscr. in welchen Kolonos unter die Aegeis gehört; und wir können uns daher für die ältere Zeit nur nach der ersten richten. Es dürfte schwer fallen zu zeigen, dafs die Inschrift N. 172. nicht älter als die andere sei; aber man könnte sagen, es habe zwei Kolonos gegeben, den ἵππιος, aus welchem Sophokles anerkanntermafsen ist, und den ἀγοραῖος; allein niemand wird zeigen können, dafs der ἀγοραῖος ein Demos ist, welches schon Corsini (F. A. *Bd.* I. *S.* 205 *ff.*) verneint hat; alle Demen, deren Namen zugleich Namen von Stadttheilen sind, wie Melite, Kerameikos, sind als Demen nicht doppelt, sondern nur einmal vorhanden. Also auch aus diesem Grunde bestreite ich den Biographen, und halte darnach die Aufführung der Antigone in Olymp. 84,3. für übereinstimmender mit den Verhältnissen, gestehe aber gern, dafs Diodor, auf den ich mich berufen habe, und dessen Ungenauigkeit mir aus eigenen Untersuchungen hinlänglich bekannt ist, eben nichts beweiset; wenn man gleich doch immer Bedenken tragen mufs, ihm Fehler aufzubürden, ohne es beweisen zu können. Eben so bemerke ich, dafs der Ausdruck §. 3. zu Ende, nach den Schriftstellern sei alles rasch geschehen, ein ὡς ἔπος εἰπεῖν πάντα sei: aber als solches ist es auch hinlänglich erwiesen, und kann kaum verdächtig gemacht werden. Wenn z. B. Plutarch im

Perikles 26. sagt: *οἱ δὲ εὐθὺς* (gleich nach Perikles Abfahrt) *ἀπέστησαν, ἐκκλέψαντος αὐτοῖς τοὺς ὁμήρους Πισσούθνου*, so kann man nicht sagen, das *εὐθὺς* sei so genau nicht zu nehmen, da zwischen der Abfahrt des Perikles und der Wegholung der Geifseln aus Lemnos eine ziemliche Reihe von Begebenheiten liege. Denn ich habe schon gezeigt, dafs die Voraussetzung unstatthaft sei. Gelegentlich bemerke ich noch dieses. Wenn ich §. 3. die Maschinen des Artemon gleich bei der ersten Belagerung unmittelbar nach der Schlacht bei Tragia erwähne, so scheint dies irrig zu sein. Plutarch (27.) und Diodor (XII, 28.) berichten, jener mit Berufung auf Ephoros, Perikles habe sich bei dieser Belagerung auch der Maschinen des Artemon bedient, und geben dies als beiläufige Anmerkung gerade bei Erzählung der zweiten Belagerung, oder vielmehr des zweiten Actes der Belagerung, welcher der wichtigere war: denn eigentlich ist die Belagerung überhaupt nur Eine, die blofs durch einen glücklichen Ausfall für eine kurze Zeit unterbrochen wird. Aber keinesweges beschränken sie, oder vielmehr Ephoros, aus welchem sie schöpften, den Gebrauch dieser Maschinen auf den zweiten Act der Belagerung; und da die Athener schon in dem ersten drei Befestigungen angelegt hatten, können sie auch schon damals den Maschinenbau angefangen haben. Indessen war mein Zweck nicht, eine Zeitbestimmung zu geben, sondern da die Athener die Maschinen des Artemon bei dieser Belagerung gebraucht haben, sage ich nur gleich bei der ersten Erwähnung der Belagerung: „die Athener hätten angefangen die Stadt aus drei Befestigungen und mit den Maschinen des Artemon zu belagern." Uebrigens mögen die Maschinen, wann man will, in Thätigkeit gesetzt worden sein.

Was die von den Zeitverhältnissen der Strategie und der Dionysosfeste entlehnten Gründe betrifft, so habe ich mir allerdings in deren Auseinandersetzung Vermuthungen erlaubt; aber der Schlufs beruht nicht auf den Vermuthungen, sondern auf dem damit verbundenen Sichern. Sicher ist es, dafs Sophokles, wenn er wegen des Beifalls der Antigone zum Feldherrn erwählt worden, nach dem Poseideon oder Gamelion oder Elaphebolion erwählt sein mufs; und eben so sicher ist es, wie sich am Ende zeigen wird, dafs hiernach die Antigone nicht Olymp. 85, 1. und folglich entweder Olymp. 84, 3. oder Olymp. 84, 4. aufgeführt ist, wenn man nicht ungeschichtliche Voraussetzungen aufstellen will. Ob

vor dem Peloponnesischen Kriege aufserordentliche Feldherrn ernannt worden seien, läfst sich nicht entscheiden; ich habe dies daher als problematisch dahin gestellt sein lassen: irgend wann aber mufste doch von der regelmäfsigen Einrichtung abgewichen werden, und man ist nicht berechtigt dies sehr früh anzunehmen. Uebrigens ist kein Grund vorhanden, zu glauben, dafs die zehn Feldherrn, welche gegen Samos zogen, nicht die ordentlichen gewesen seien; und dafs diese ihr Amt nicht im Hekatombaeon angetreten hätten, ist bis jetzt nicht erwiesen. Wenn diese Zeit nicht geeignet scheint für den Feldherrnwechsel, da hierdurch die Sommerfeldzüge nach wenigen Monaten schon wieder andern Feldherrn übertragen wurden, und die vorhergehenden ihre Plane nur auf kurze Zeit hinausstellen konnten; so bedenke man, dafs der Wechsel in den alten Freistaaten sogar für etwas Wünschenswerthes gehalten wird, und weitaussehende strategische Combinationen bei Kriegen, die sich gewöhnlich in kleinen Räumen bewegten, so selten vorkommen konnten, dafs sie bei den Staatseinrichtungen schwerlich in Rechnung gebracht wurden; wechselten doch die Strategen alle Tage den Oberbefehl. Ueberdies konnte man nöthigenfalls die Feldherrn wieder erwählen, oder aufserordentlicher Weise im Amte lassen, oder für entferntere Züge, wenn sie kurz vor dem Wechsel der Strategen eintraten, aufserordentliche ernennen. Wenn bei den Spartanern, Syrakusern, Aetolern, Achäern und Römern die Feldherrn ihr Amt nicht im Sommer angetreten haben, erlaubt dies keinen Schlufs auf Athen. Die Feldherrn haben bei den Römern und Spartanern ihr Amt mit dem Anfange des bürgerlichen Jahres angetreten, und zu eben der Zeit werden sie es bei den übrigen gethan haben. Eben dieses habe ich bei den Athenern angenommen; und so lange man nichts dagegen beweisendes findet, kann man von einer andern Voraussetzung nicht ausgehn, da die Magistrate zu Athen ihre Aemter, wenn sie jährig waren, im Hekatombaeon antraten; und ebenso stimmen in den andern Staaten die Magistrate mit den bürgerlichen Jahren überein, die ja eben wegen ihrer Uebereinstimmung mit den Staatsverhältnissen bürgerliche sind. Indessen baue ich darauf nicht ausschliefslich, sondern bemerke, dafs das Ergebnifs nicht günstiger für die von der meinigen abweichende Meinung ausfalle, wenn die Feldherrn ihr Amt etwa im Frühling antraten, und

dafs es überhaupt nicht auf die Zeit des Amtsanfanges, sondern der Wahl ankomme, die ich, wie mir scheint, nicht zu bestimmt, in das letzte Vierteljahr vor Antritt des Amtes oder kurz vor demselben setze. Die feste Bestimmung der Wahlzeit aber, und dafs wirklich alle Jahre zehn ordentliche Feldherrn ernannt worden seien, diese Dinge lassen sich nach dem Geiste der bürgerlichen Einrichtungen im Alterthume nicht in Zweifel ziehen. Ferner finde ich keine Beweise, dafs die Strategen im Winter wechselten. Man sage nicht, dies hätte geschehen müssen, damit die neuen auf den Sommer die gehörigen Anstalten für den Feldzug machen konnten: diese Anstalten konnten auch von den Vorgängern und den dafür eigens bestellten Behörden gemacht werden; und nach jenem Grunde müfsten die Feldherrn aller Orten im Winter gewechselt haben, was doch niemand wird behaupten wollen. In den Griechischen Geschichtschreibern findet man kaum Andeutungen vom Wechsel der ordentlichen Feldherrn gerade im Winter, wenn man nicht, wo man Feldherrn im Winter wechseln sieht, dieselben für ordentliche, wenn aber im Sommer, für aufserordentliche erklärt, ohne dafs dafür Beweise vorhanden wären; nur das sieht man, dafs Feldherrn im Winter antraten, und im Winter oder Frühjahr gewählt wurden, ohne die Zeit genauer bestimmen zu können, und ob es wirklich ordentliche oder aufserordentliche gewesen. Wenn z. B. Laches in Sicilien im Winter den Pythodor zum Nachfolger erhält (Thukyd. III, 115.), ist er nicht gerade für einen ordentlichen Feldherrn zu halten, deshalb weil nichts auf Absetzung desselben führe; denn Laches konnte ja ein aufserordentlicher Feldherr sein, welchem nach Ablauf eines Jahrs ein anderer aufserordentlicher nachfolgte. Noch schwankender ist das Beispiel des Demosthenes, der nach einem glücklichen Erfolge, im Winter nach Hause kehrt (Thukyd. III, 114.): denn es ist nicht klar, dafs gerade damals seine Strategie ordentlicher Weise zu Ende ging; die Stelle III, 98. zeigt, dafs man erwarten konnte, er wäre schon den Sommer vorher zurückgegangen, was er nur aus Furcht nicht that; und wenn er nach der Rückkehr Privatmann war (IV, 2.), so weifs man, da die Sache erst in der Geschichte des folgenden Sommers erzählt wird, nicht, ob dieser sein Privatstand gerade mit seiner Rückkehr anfängt oder nicht, und ob er im erstern Falle entsetzt war, oder seine Feldherrnschaft sogar schon früher abgelaufen war, und ob er aufserordentlicher

oder ordentlicher Feldherr gewesen. Die Wahl des Alkibiades, Thrasybul und Konon bei Xenoph. Gr. Gesch. I, 4, 10. fällt eben nur einige Zeit, wir wissen nicht wie viele, vor den Thargelion, den eilften Monat; und überdies sind diese offenbar aufserordentliche Feldherrn, da ihrer bestimmt nur drei sind: *οἱ Ἀθηναῖοι στρατηγοὺς εἵλοντο Ἀλκιβιάδην μὲν φεύγοντα, καὶ Θρασύβουλον ἀπόντα, Κόνωνα δὲ τρίτον ἐκ τῶν οἴκοθεν.* Wenn zwei derselben schon vorher Feldherrn waren, so sind sie durch diese Wahl für's folgende Jahr bestätigt. Die Wahl der zehn Feldherrn bei Xenoph. I, 5, 16. ist allerdings vor dem Frühjahre geschehen, und sie sind auch vor dem Frühjahre schon in Thätigkeit (ebendas. 21.); aber Meiers Ansicht (Att. Prozefs S. 106.) ist sehr einleuchtend, wonach diese an die Stelle des Alkibiades und seiner neun Amtsgenossen kamen (die wegen des Zornes der Athener gegen Alkibiades entsetzt seien), und so früher, als die ordentlichen Feldherrn nach dem Gesetz ernannt wurden, eintraten. Gesetzt aber auch, dafs die Feldherrn im Gamelion schon erwählt worden seien oder zu Ende des Poseideon, so ändert dies nichts in den Schlufsfolgen, es sei denn man setzte einen grofsen Theil des zweiten Samischen Krieges unter den Archon Glaukides, welches dem einzigen guten Zeugnifse über die Zeit des Samischen Krieges widerspricht.

Wenn ich es am wahrscheinlichsten finde, die Antigone sei an den grofsen Dionysien gegeben, so beruht die Schlufsfolge nicht auf dieser Wahrscheinlichkeit, sondern auf der vorhergehenden Bemerkung, dafs Sophokles nur in den Wintermonaten vom Poseideon bis Elaphebolion hatte siegen können. Mein Ausdruck, im Poseideon an den ländlichen Dionysien seien keine neue Schauspiele gegeben worden, ist in sofern zu entscheidend, als in meiner Abhandlung, auf welche ich mich berufe, nur gesagt wird, es seien keine nachweisbar: indessen da wir doch eine grofse Anzahl Dramen kennen, die an den Lenäen und grofsen Dionysien zuerst aufgeführt worden, so ist der Umstand, dafs kein einziges an den ländlichen Dionysien aufgeführtes Drama vorkommt, ein negativer Beweis, dessen Entkräftung durch positive Gegenbeweise erst zu liefern wäre; solche Gegenbeweise sind aber nicht vorhanden. In Bezug auf die Antigone spricht die gröfste Wahrscheinlichkeit jedenfalls für die grofsen Dionysien. Nicht jeder Dichter hatte das Recht an diesen Stücke aufführen zu lassen (Abh. v. d. Dionysien 21.): man

legte also darauf ein grofses Gewicht, und es ist daher natürlich, dafs anerkannt grofse Dichter, wie Sophokles, gerade an diesen am liebsten auftraten, wo aufserdem zugleich der gröfste Ruhm zu erwerben war. Für die Aufführung neuer Stücke (namentlich eines berühmten Dichters, wie Sophokles schon war) an den ländlichen Dionysien spricht dagegen gar nichts. Die Theater in den Demen waren zum Theil verachtet, wie das zu Kollytos; sie waren überdies blofs Eigenthum der Demen, und die δημόται spielen also dort die Herrn, lassen Plätze anweisen, Kränze verkünden, und schalten ganz nach ihrem Gutdünken: wie ist es glaublich, dafs Sophokles in seiner Blüthe diesen ein Stück zuerst werde gezeigt haben? Dies alles ist namentlich vom Theater im Piräeus urkundlich gewifs, aufser dafs es nicht wie Kollytos verachtet war; und wenn der Staat auch durch einen Pompaufzug Antheil an der Piräeischen Festlichkeit nahm, so kann er doch nicht Antheil an der Aufführung der Schauspiele genommen haben, da das Theater vom Demos abhängt, der auch die Einkünfte desselben verpachtet. Kein Archon steht diesem Spiele vor, sondern der Demarch des Piräeus; die Proedrie haben die Piräeer zu vergeben; sie ist den Priestern und einigen andern verliehen, aber wir finden nicht ein Wort davon, dafs die Staatsbehörden in diesem Theater Proedrie haben. Dies alles spricht gegen den mindesten Antheil des Staates an den Piräeischen Schauspielen. Ferner, da der Staat die Gesetze über Verkündung der Kränze so genau abgemessen hat, wie wir aus Aeschines wissen, und namentlich festgesetzt ist, dafs die von Demen zuerkannten Kränze nur in den Demen sollten verkündet werden; ist es wol glaublich, dafs, wenn die Aufführung der Tragödien im Piräeus eine Staatssache gewesen wäre, der Demos bei derselben hätte seine Kränze verkünden dürfen? Die Belege zu den benutzten Thatsachen wird man in meiner Abhandlung über die Dionysien (11.) finden; ich ziehe aber daraus die Folgerung, dafs ohne Beihülfe des Staates auch das Choragium für ein neues Stück (für ein altes war es wohlfeil zu beschaffen) dürftig ausfallen mufste, und daher kein grofser Dichter sich an die Demen zuerst wird gewandt haben; denn das wird doch schwerlich irgend einem einfallen, dafs auch für demotische Spiele der Staat Choregen gestellt und der Archon den Chor gegeben habe. Endlich habe ich in der Abhandlung über die Dionysien (22. zu Ende)

gezeigt, dafs selbst der Pompaufzug des Staates bei den Piräeischen Dionysien ein neuerer Zusatz ist, weil das Stieropfer von den Boonen besorgt wird; es ist klar, dafs man nur eine Volksspeisung mehr haben wollte, und dazu diese Dionysien benutzte; woraus auf das Schauspiel nichts weiter geschlossen werden kann: und auch der Umstand, dafs in dem Piräeischen Theater zuweilen Volksversammlungen gehalten wurden, ist kein Beweis des Antheils des Staates an dem Piräeischen Theater. Eben so wenig beweiset für die Aufführung neuer Schauspiele im Piräeus die Stelle des Aelian (V.H. II, 13.): Ὁ δὲ Σωκράτης σπάνιον μὲν ἐπεφοίτα τοῖς θεάτροις, εἴποτε δὲ Εὐριπίδης ὁ τῆς τραγῳδίας ποιητὴς ἠγωνίζετο καινοῖς τραγῳδοῖς, τότε γε ἀφικνεῖτο· καὶ Πειραιεῖ δὲ ἀγωνιζομένου τοῦ Εὐριπίδου καὶ ἐκεῖ κατῄει. Es kommt bei Erklärung derselben nicht darauf an, wie Sokrates dachte, über dessen Ansicht Aelian nur ein geringfügiges Zeugnifs ablegen kann, sondern wie sich Aelian den Sokrates in dieser Beziehung vorstellt. Dieser konnte aber erstlich nicht glauben, dafs Sokrates auf neue Stücke besonders ausgegangen sei: denn für einen Liebhaber der Neuigkeiten kann er ihn nicht gehalten haben; zweitens konnte er nicht glauben, dafs Sokrates sich die Wege sparte. Er war anerkannt ein Liebhaber Euripideischer Weisheit; als solchen will ihn Aelian auch nur darstellen. Dies wird Aelian dann am meisten erreicht haben, wenn er sagt: „Sokrates ging selten ins Theater; wenn aber neue Stücke von Euripides gegeben wurden, ging er hin; ja selbst alte Stücke desselben sah er." Wenn nun in der Stadt die neuen, im Piräeus nur alte gegeben wurden, konnte Aelian statt dessen sagen, was er gesagt hat. Dies halte ich für die natürlichste Erklärung; weil sie aber nicht erwiesen werden kann, baue ich nicht auf sie. Wie man jedoch auch über diese Sache urtheilen möge, so ist klar, Sophokles könne nicht vor den ländlichen Dionysien, also nicht viel vor Ende Poseideons zum Feldherrn erwählt worden sein; dies gilt auch für den Fall, dafs er an die Stelle eines abgehenden, abgesetzten oder gestorbenen gesetzt worden sei. Was folgt daraus? Sophokles ist schon während der Schlacht bei Tragia Feldherr, und unterhandelt damals mit den Bundesgenossen (§. 4.). Nach der geringsten Berechnung dauert der Samische Krieg von da an noch neun Monate. Der Samische Krieg endigt aber unter Morychides. Folglich war Sophokles, wenn er noch beim Ende der Belagerung Feld-

herr war, mindestens zehn Monate unter Morychides im Amte. Also müfste er vor dem Poseideon, etwa im zweiten Monat des Morychides oder noch früher, Olymp. 85, 1. erwählt sein. Folglich kann die Antigone nicht Olymp. 85, 1. aufgeführt sein, sondern mufs mindestens ein Jahr früher gesetzt werden. Dieser Folgerung wäre nur dadurch zu entgehen, dafs man den Samischen Krieg erst tief in dem Jahre des Glaukides (Olymp. 85, 2.) endigen liefse: zu einer solchen Annahme sind wir aber weder berechtigt noch veranlafst.

Dagegen ist die Annahme (§. 7.) ganz ungezwungen, dafs der Krieg πρὸς Ἀναίους oder πρὸς Ἀναίαν, wobei Sophokles nach dem Biographen Feldherr gewesen sein soll, der erste Samische sei, der in Olymp. 84, 4. fällt, so dafs die Antigone in Olymp. 84, 3. zurückzusetzen und Sophokles beim Ende der Belagerung nicht mehr Feldherr wäre. Denn dafs hier von einem Angriff auf Anaea selbst die Rede sei, ist nicht zu bezweifeln. Ἀναῖοι bezeichnet gewifs nicht, „die Anäische Parthei von Samos, die damals Samos inne hatte, und die Anaea gleichsam zum Vaterlande hatte;" denn so konnte der Grammatiker, aufser allem geschichtlichen Zusammenhange, nicht sprechen, und überhaupt hat wol niemand jemals so seltsam gesprochen. Πόλεμος πρὸς Ἀναίους kann nichts heifsen als „Krieg gegen die Anaeer," welche natürlich in Anaea sind; so ist πόλεμος πρὸς Ἀναίαν dasselbe, und es wäre nur leere hyperkritische, das heifst unkritische Spitzfindigkeit, wenn man zwischen beiden einen Unterschied machen und den Angriff auf Anaea selbst läugnen wollte. Doch ist es nicht meine Meinung, dafs Ἀναίαν im Verhältnifs gegen Ἀναίους das richtige sei, sondern ich habe es nur im Verhältnifs gegen Ἀνανίαν eine richtige Emendation des Turnebus genannt, lasse übrigens die Lesarten Ἀναίους und Ἀναίαν als gleichgültig nebeneinander stehen.



## Verbesserungen.

Seite 5, Note 3. Vergl. auch *Thucyd.* 1, 73 *fin.* und 75 *init.* welcher ganz mit dieser Ansicht übereinstimmt.

– 6 bis 8 ..... Auf Hermann's (*praefat. ad Sophocl. Oed. Colon. p.* XIII u. XIV.) Aeufserungen über das hier Vorgetragene ist in dem *prooemio* zu dem Lectionskatalog der Berliner Universität für das Sommerhalbejahr 1826. mit geantwortet.

– 13, Z. 2. für λίγων lies λέγων.

– 15, Z. 23. für ὤςε lies ὥςε.

– 17, Note 1. Zu Bestätigung der Lesart und Verbindung τοὺς ἐν ἀνθρώποισιν — νόμους *Antig.* 448. ist zu vergleichen *Plato Criton.* §. 16, wo die Gesetze der Unterwelt von den Νόμοις genannt werden οἱ ἡμέτεροι ἀδελφοὶ οἱ ἐν ᾅδου νόμοι.

– 23, Z. 2. v. u. Vergl. Blomfield *in glossar. ad Aeschyl. Pers.* 333.

– 26, Note 2. Vergl. wegen κηλὶς auch *Sophocl. Oed. Colon.* 1128 *ed. Doederl.* κηλὶς κακῶν, welches in dieser Ausgabe nicht von einander hätte getrennt werden sollen, da der ganze Satz ᾧ τις — ξύνοικος den Gegensatz bildet zu dem ἄθλιος γέγως Vs. 1126.

– 32, Z. 17. für μέγυς lies μέγας.

– 33, Z. 21. für ἦν lies ἣν.

– 39, Z. 2. v. u. im Text. Seidlers Aeufserung über diese Emendation und ihre Erklärung, in der Allg. Litt. Zeitung Jahrg. 1825, Januar N. 26, p. 216. kann nicht anders als für ein Anerkennen derselben genommen werden.

– 146, Z. 9 .... lies *wám* für *wau.*

– — Z. 16 .... lies *wám* für *wau.*







